



Digital Receipt

This receipt acknowledges that **Turnitin** received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Ainur Rofieq
Assignment title: Buku Ajar 2018 II
Submission title: Pengelolaan Debu Rumah
File name: Pengelolaan_Debu_Rumah_New_2...
File size: 1.35M
Page count: 104
Word count: 19,486
Character count: 121,919
Submission date: 11-Nov-2019 09:18AM (UTC+0700)
Submission ID: 1211080180

PENGELOLAAN DEBU RUMAH

Berbasis Biologi Lingkungan

Mengurangi Kadar Alergen dan Menghindari Penyakit
yang Bersumber dari Debu Rumah

Ainur Rofieq



Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang

Pengelolaan Debu Rumah

by Ainur Rofieq

Submission date: 11-Nov-2019 09:18AM (UTC+0700)

Submission ID: 1211080180

File name: Pengelolaan_Debu_Rumah_New_2019.pdf (1.35M)

Word count: 19486

Character count: 121919

PENGELOLAAN DEBU RUMAH

Berbasis Biologi Lingkungan

Mengurangi Kadar Alergen dan Menghindari Penyakit
yang Bersumber dari Debu Rumah

Ainur Rofieq



Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang

PENGELOLAAN DEBU RUMAH

Berbasis Biologi Lingkungan

Mengurangi Kadar Alergen dan Menghindari Penyakit
yang Bersumber dari Debu Rumah

Hak Cipta © Ainur Rofieq, 2018
Hak Terbit pada UMM Press

Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang 65144
Telepon (0341) 464318 Psw. 140 Hp: 0877 0166 6388
Fax. (0341) 460435
E-mail: ummpress@gmail.com
<http://ummpress.umm.ac.id>
Anggota APPTI (Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia)
Anggota IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia)

Cetakan Pertama, November 2018

ISBN : 978-979-796-307-1

viii 74 hlm.; 16 x 23 cm
Setting - Layout : Ahmad Andi Firmansah

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit. Pengutipan harap menyebutkan sumbernya.



5

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).







PRAKATA

Di Indonesia, hingga sekarang, jarang ada buku yang membahas khusus tentang debu rumah. Apalagi, untuk konsumsi anak didik sekolah dan masyarakat awam. Padahal, pengetahuan itu di luar negeri seperti Eropa dan beberapa negara Asia sudah berkembang dengan baik. Anak usia sekolah dasar sampai menengah sudah mendapatkan pengetahuan tentang pengelolaan debu di dalam rumah.

Hampir dapat dipastikan bahwa setiap tempat di dalam rumah tidak terbebas dari gangguan debu dan organisme di dalamnya. Sarana-prasarana seperti karpet, permadani, gorden, lantai, kursi yang berlapis kain tebal, dan alas tidur dari bahan kapuk merupakan contoh tempat atau perabot rumah yang mudah menarik dan menyimpan debu rumah. Perabot-perabot itu menjadi bagian yang penting dari aktivitas sehari-hari, sehingga bahaya sumber penyakit dapat datang dari dalam rumah setiap saat.

Dalam Kurikulum pendidikan dasar dan menengah terdapat konsep interaksi manusia dengan lingkungan di sekitar. Melalui konsep itulah guru dan siswa dapat mengembangkannya sampai kepada permasalahan debu rumah. Buku ini menjelaskan; pengetahuan tentang pengelolaan debu rumah dan komponen lingkungan, yaitu: komponen biotik, komponen abiotik, dan interaksinya di dalam debu rumah, serta cara menurunkan kadar alergen inhalan.

Buku ini ditulis dengan maksud dapat digunakan oleh masyarakat dari segala lapisan dan tidak hanya peserta didik, khususnya bagi para pengidap penyakit pernapasan atopi. Melalui buku ini diharapkan para anak didik, guru dan masyarakat secara umum memperoleh masukan pengetahuan tentang debu rumah dalam rangka mengembangkan konsep interaksi manusia dengan lingkungan sekitar.

Penulis percaya bahwa tiada gading yang tak retak, sedikit atau banyak kesalahan pasti terjadi dalam penulisan buku ini. Oleh sebab itu, kritik dan masukan sangat diperlukan untuk melekatkan gading supaya tidak retak.

Malang,

Penulis



●

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Pra Kata	v
Daftar Isi	vii
BAB 1 Pengertian Debu Rumah	1
BAB 2 Komponen Abiotik Debu Rumah	5
A. Partikel dan Serabut	5
B. Bahan Makanan	8
C. Serbuk Sari biotik Debu Rumah	11
BAB 3 Komponen Biotik Debu Rumah	15
A. Alga atau Ganggang	15
B. Protozoa	17
C. Bakteri	18
D. Jamur	20
E. Arthropoda	24

BAB 4	Interaksi Komponen Lingkungan Hidup Dalam Debu Rumah	35
	A. Interaksi Jamur dengan Tungau	35
	B. Interaksi Lingkungan Biotik dan Abiotik	37
BAB 5	Bahaya Debu rumah Bagi Kesehatan	41
	A. Bahaya Serabut dan Partikel	41
	B. Bahaya Mikroorganisme	43
	C. Bahaya Mikotoksin dan Diaspora Jamur	44
	D. Bahaya Arthropoda	47
BAB 6	Mengurangi Populasi Tunga Debu rumah	55
	A. Mengurangi Populasi Tungau Dermatophagoides	55
	B. Cara Menghindari Debu Rumah	57
BAB 7	Mengurangi Kadar Alergen Inhalan Debu Rumah Berbasis Lingkungan Hidup	59
BAB 8	Gambaran Penyakit Pernapasan Atopi Terhadap Alergi Inhalan Debu Rumah	63
	A. Perkembangan Penyakit Pernapasan Atopi	63
	B. Gambaran Biokimia Reaksi Alergi pada Penderita Pernapasan Atopi	65
	C. Gambaran Manifestasi Klinik Alergi Sesak Napas Atopi ..	69
	D. Diagnosis untuk Sesak Napas Atopi	72
	E. Permasalahan Etika dalam Diagnosis Penyakit Pernapasan Atopi	73
	Daftar Pustaka	75
	Indeks	89
	Glosarium	93





BAB 1

PENGERTIAN DEBU RUMAH

Debu adalah partikel-partikel berukuran sangat kecil yang terdapat di lingkungan sekitar termasuk di dalam rumah. Debu yang ada di dalam rumah sering disebut debu rumah. Debu itu ada di lantai, dinding, gorden, tempat tidur, karpet, kursi, meja, tumpukan buku, dan almari. Lantai yang tidak pernah atau jarang dibersihkan akan terasa kasar karena berdebu. Permukaan kursi, meja, dan almari yang jarang dibersihkan akan mudah ditempati debu. Demikian juga, kelambu dan karpet yang tidak pernah dicuci akan menjadi tempat mengumpulnya debu-debu rumah.

Suatu partikel disebut debu rumah apabila memiliki ukuran diameter 6×10^{-7} mm atau 0,0000006 mm sampai 1 mm. Debu rumah yang berukuran sama atau lebih kecil dari 0,1 mm memiliki sifat mudah melayang-layang di udara atau ruangan di dalam rumah apabila ada suatu gerakan misalnya orang berjalan, berlari, atau oleh angin yang bertiup masuk ke dalam rumah.

Gerakan itu misalnya berasal dari angin, gerak saat menyapu lantai, membersihkan perabot, membersihkan tempat tidur, gerakan penghuni rumah saat berjalan atau berlari di dalam

rumah, dan gerakan hewan-hewan piaraan di dalam rumah. Pokoknya, sedikit adanya gerakan sudah dapat membuat partikel-partikel debu beterbangan atau melayang-layang ke seluruh isi ruangan. Tidak ada gerakan-pun, sangat mudah melihat debu melayang-layang di dalam seberkas sinar matahari yang menembus celah-celah rumah.

Sebenarnya, kehadiran debu di ruangan-ruangan di dalam rumah hampir tidak dapat terhindari. Bahkan, secara alamiah, partikel debu itu dapat leluasa masuk ke dalam saluran napas pada waktu bernapas atau memasukkan udara yang mengandung oksigen ke dalam paru-paru.

Untungnya, lubang hidung manusia diberi Tuhan rambut-rambut halus yang dapat menahan atau menghalangi partikel debu masuk ke dalam saluran pernapasan. Oleh sebab itu, ketika banyak menghisap udara ruangan yang berdebu, pada suatu saat di dalam lubang hidung akan banyak mengandung kotoran berwarna hitam (dalam Bahasa Jawa disebut *upil*) yang berasal dari partikel-partikel debu yang berkumpul dan menggumpal di dalam rongga hidung.

Seseorang yang lubang hidungnya mengandung sedikit atau tidak memiliki rambut-rambut halus akan sangat mudah bersin apabila debu rumah masuk ke dalam lubang hidungnya. Pada beberapa orang yang peka terhadap debu rumah, ada yang sampai menimbulkan rasa sakit seperti batuk-batuk, batuk berlendir, sesak napas, alergi, atau pun gejala penyakit lainnya.

Pada penyelidikan yang mendalam di laboratorium terhadap debu rumah, di antara partikel debu rumah ditemukan berbagai serabut kecil, bahan-bahan organik, dan partikel-partikel lain. Ternyata, serabut, bahan organik dan partikel yang ada di dalam debu itu berasal dari benda-benda yang dimiliki, yang digunakan atau dikonsumsi setiap hari oleh penghuni rumah. Oleh sebab itu, pola hidup dan kegiatan sehari-sehari di dalam rumah dapat menjadi sumber penyebab banyaknya debu di dalam rumah (lihat Gambar 1.1).



Pada penyelidikan yang sama, ditemukan pula zat-zat gizi atau bahan makanan. Pada proses pengujian bahan makanan terhadap debu rumah, di dalamnya mengandung protein, lemak, karbohidrat, dan mineral-mineral yang ciri-ciri dan sifatnya seperti bahan makanan yang terdapat di dalam makanan yang dikonsumsi. Bahan makanan itulah yang digunakan sebagai sumber energi bagi kelangsungan hidup berbagai organisme di dalam debu.

Organisme yang dapat hidup di dalam debu adalah jenis-jenis hewan maupun tumbuhan contoh berbagai jenis mikroorganisme seperti: jamur, bakteri, alga, protozoa, dan tungau, serta berbagai Arthropoda yang dapat dilihat tanpa menggunakan mikroskop. Jadi, debu yang kelihatan sepele itu, di dalamnya mengandung berbagai macam kehidupan yang tidak tampak langsung dilihat dengan mata. Manusia baru dapat menyaksikan kehidupan mereka di dalam debu, kalau melihat dengan bantuan kaca pembesar atau mikroskop. Cobalah mencari debu di dalam rumah, lihatlah dengan kaca pembesar komponen-komponen penyusun debu tersebut.



(Sumber : Dokumen pribadi, 2006)

Gambar 1.1 Jumlah Penghuni dan Kegiatan para Penghuni dapat Menambah Berat Debu dan Keragaman Komponen Debu Rumah

Melalui penjelasan pada di atas, dibuatlah skema yang menggambarkan berbagai komponen penyusun debu rumah (Gambar 1.2). Gambar tersebut menjelaskan bahwa partikel debu rumah mengandung komponen hidup (biotik) dan komponen tidak hidup (abiotik). Biotik berarti berbagai organisme berukuran mikroskopik atau makroskopik yang hidup di dalam debu, sedangkan abiotik adalah berbagai komponen debu yang tidak hidup yang dapat menjadi media bagi kehidupan biotik.



Sumber: Rofieq (2001: 6)

Gambar 1.2 Partikel Debu Mengandung Berbagai Komponen Abiotik dan Biotik

Sekarang yang menjadi bahan permasalahan, apakah debu di dalam rumah itu berbahaya? Untuk menjawab pertanyaan itu ternyata masih banyak hal yang harus diketahui tentang debu dan kehidupan di dalam debu rumah. Dengan membaca bagian perbagian buku ini, para pembaca akan mengetahui betapa berbahayanya debu rumah bagi kesehatan.





BAB 2

KOMPONEN ABIOTIK DEBU RUMAH

A. Partikel dan Serabut

Penyelidikan tentang debu rumah di Indonesia belum banyak dilakukan, bahkan dapat dikatakan jarang. Bahaya debu rumah bagi kesehatan belum mendapat perhatian khusus oleh masyarakat. Oleh sebab itu, masih sangat sulit mendapatkan buku pustaka atau bacaan di toko-toko buku yang membahas khusus tentang debu rumah. Bahkan, rasanya sangat asing di telinga apabila mendengar ada orang sakit karena debu rumahnya.

Di luar negeri terutama di Negara dengan empat musim, penyelidikan tentang debu rumah sudah berkembang sangat pesat, seperti Belanda, Amerika, Inggris, Jerman, dan Jepang. Mereka sudah menemukan serta menguasai ilmu dan teori mulai dari bahan kimia, organisme di dalam debu, sistem kehidupan, dan efek debu bagi kesehatan manusia.

Tentang partikel lain dan serabut yang ada di dalam debu, para ilmuwan di Jerman telah menemukan bahwa di dalam debu rumah banyak terdapat partikel dan serabut yang khas yang tidak terdapat pada debu di luar rumah. Pada pengamatan dengan

mikroskop, di dalam debu rumah telah ditemukan lima macam bahan selain partikel debu, yaitu serabut sintetik, serabut kain wool, serabut kertas, serabut kain katun, dan partikel kulit hewan dan manusia. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Tabel 2.1 yang menggambarkan persentase kandungan berbagai serabut dan partikel yang berhasil dilihat di dalam debu rumah.

Tabel 2.1 Bahan Serabut dan Partikel yang Terdapat di dalam Debu Rumah

Bahan Partikel dan Serabut di dalam Debu Rumah	Kandungan (%)
1. Serabut sintetik	5
2. Serabut kain wool	5
3. Serabut kertas	20
4. Serabut kain katun	50
5. Squama kulit manusia dan hewan	20

Sumber: Rofieq (2001: 8)

Mengapa debu di dalam rumah mengandung serabut dan partikel? Pada bagian depan telah dijelaskan bahwa hal itu sebagai akibat dari kegiatan dan kebiasaan penghuni di dalam rumah yang menggunakan bahan-bahan itu untuk kebutuhan sehari-hari.

Sangat mungkin, serabut-serabut itu sisa atau potongan bahan-bahan kain dan kertas yang biasa gunakan. Adanya serabut-serabut sintetik, kain wool, dan kain katun di dalam debu karena bahan-bahan kain itu seringkali digunakan untuk pakaian, alas tidur, gorden, kelambu, selimut, alas lantai (karpet), dan jaket. Serabut kertas ada di dalam debu rumah berasal dari buku-buku bacaan seperti buku pelajaran, koran, dan majalah. Sedangkan, partikel kulit manusia dan hewan ada di dalam debu berasal dari pengelupasan kulit penghuni dan hewan piaraannya.

Sel-sel kulit yang mengelupas adalah kulit bagian luar yang disebut dengan kulit ari. Kulit ari yang sudah terkelupas disebut dengan *squama*. Pengelupasan kulit dapat terjadi karena peristiwa alamiah dan aktivitas menggaruk kulit (Gambar 2.1). Peristiwa



alamiah dapat terjadi karena setiap hari secara normal kulit manusia dan hewan akan mengelupas sebagai bagian dari proses pergantian sel-sel kulit ari yang sudah tua. Sel-sel kulit yang sudah tua tidak dapat berfungsi lagi melindungi kulit sehingga bagian sel kulit itu harus dibuang oleh tubuh menjadi *squama* kulit kemudian digantikan oleh sel-sel kulit baru yang lebih sehat. Jumlah berat *squama* kulit dalam debu rumah akan semakin banyak kalau penghuninya menggaruk-garuk kulitnya dan banyak memelihara hewan berambut atau berbulu di dalam rumah.



Sumber: Radioyabis. [http://radioyabis.com/weeklyprogram/nakita/cara menangani-anak-yang-terkena-cacar-air-agar-tidak-menular](http://radioyabis.com/weeklyprogram/nakita/cara%20menangani-anak-yang-terkena-cacar-air-agar-tidak-menular).

Gambar 2.1 Kegiatan Garuk-garuk dan Memelihara Hewan Piaraan dapat Menambah Squama Kulit dalam Debu Rumah

Pengelupasan kulit manusia dan hewan dapat pula terjadi karena garuk-menggaruk kulit. Kegiatan itu secara sadar atau tidak dapat memaksa kulit ari mengelupas. Berdasarkan hasil penelitian, kulit ari yang mengelupas baik secara alamiah atau karena kegiatan garuk-menggaruk dalam satu hari dapat mencapai berat lima gram.

B. Bahan Makanan

Banyak orang yang menduga sekumpulan debu yang ada di dalam rumah hanya mengandung partikel-partikel debu, *squama* (kulit), dan serabut seperti yang telah disebutkan pada uraian di atas. Pada penyelidikan di laboratorium, debu rumah juga mengandung bahan-bahan kimia yang dapat berubah menjadi sumber bahan makanan atau zat gizi bagi kehidupan biotik di dalam debu.

Pada penyelidikan di laboratorium yang telah dilakukan di beberapa negara Eropa dan Asia, ternyata debu rumah mengandung bahan-bahan makanan atau zat gizi yang cukup kompleks. Sesungguhnya, zat gizi itulah yang menyebabkan debu dapat menjadi media hidup dan tumbuh-kembang berbagai biotik dan abiotik.

Perhatikan Tabel 2.2 yang menggambarkan persentase kandungan zat gizi seperti mineral, lemak, protein, dan karbohidrat yang terdapat di dalam debu yang diambil dari rumah penduduk di tiga kota.



Tabel 2.2 Kandungan Bahan Kimia di dalam Debu Rumah Penduduk di Tiga Kota di Luar Negeri

Bahan Kimia atau Zat Gizi	Kota-kota di Inggris Utara (%)	Kota London (%)	Kota Bombay India (%)
Mineral	51	53	57
Lemak	4	4	4
Protein	22	22	18
Karbohidrat	23	19	21

Sumber: Rofieq (2001: 12)

Di Indonesia, misalnya, diambil contoh hasil penelitian yang telah dilakukan di Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat =14%; protein=2%; dan mineral 84%.

Melalui Tabel 2.2 dan data di Indonesia tersebut, ternyata bahan mineral di dalam debu rumah memiliki persentase yang paling besar di antara bahan makanan seperti lemak, protein, dan karbohidrat. Kandungan bahan makanan berikutnya dari yang kadarnya tinggi adalah karbohidrat, protein, dan lemak.

Pengamatan dengan sinar-X, menunjukkan bahwa mineral-mineral yang umumnya terdapat di dalam debu rumah adalah, sulfur, silikon, besi, aluminium, natrium, dan kalsium.

Dari manakah asal mula zat gizi itu? Secara umum yang *pertama*, adalah sama dengan asal dari partikel dan serabut yang ada di dalam debu, yaitu dari kegiatan hidup sehari-hari penghuni rumah. *Kedua*, berasal dari sisa-sisa metabolisme organisme yang hidup di dalam debu rumah, mungkin makanan mereka atau bangkai mereka yang mati, perhatikan Gambar 2.2.





Sumber: Rofieq (2001: 15)

Gambar 2.2 Asal Bahan Makanan yang Terkandung di dalam Debu Rumah

Kandungan lemak, protein, dan karbohidrat dan lain-lain di dalam debu rumah dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain sebagai berikut.

1. Sisa-sisa makanan yang jatuh ke lantai secara sengaja atau tidak pada waktu sedang makan.
2. Sisa-sisa makanan hewan piaraan yang jatuh ke lantai secara sengaja atau tidak pada waktu mereka sedang makan. Hewan piaraan itu misalnya: kucing, anjing, kelinci, dan burung.
3. Squama kulit yang mengelupas dan rambut-rambut halus yang lepas dari kulit.
4. Squama kulit dan rambut hewan-hewan piaraan di dalam rumah seperti kucing, anjing, dan burung.
5. Berasal dari sisa metabolisme berbagai organisme dan mikroorganisme yang hidup di dalam debu seperti kecoak, lepisma, tungau, kutu, jamur, dan bakteri.
6. Berasal dari hasil penguraian bangkai dan sisa-sisa organisme yang telah mati oleh bakteri dan jamur yang menghuni debu rumah.

Dengan mempelajari asal mula zat-zat gizi di dalam debu rumah tersebut, dapat disimpulkan bahwa debu di dalam rumah penduduk akan memiliki kandungan zat gizi yang berbeda-beda karena setiap orang saat di rumah akan memiliki kebiasaan masing-masing sesuai dengan budaya, tingkat kekayaan, kondisi rumah, dan nilai-nilai sosial yang dianut. Kebiasaan yang dianut seseorang itulah yang membuat mereka berbeda gaya makannya, jenis makanannya, gaya hidup memelihara hewan piaraan, dan lain-lain.

C. Serbuk Sari

Serbuk sari atau tepung sari (*pollen*) juga ada dalam debu rumah. Serbuk sari di dalam debu berasal dari tanaman berbunga yang sengaja dipelihara di dalam rumah. Serbuk sari dapat juga berasal dari bunga-bunga tanaman di luar rumah. Serbuk sari bunga tanaman di sekitar rumah dapat masuk ke dalam rumah disebabkan oleh terpaan angin yang dapat membawa serbuk sari tersebut terbang. Pada saat tertentu, serbuk sari jatuh di lantai rumah bercampur dengan debu di lantai, perabot, karpet, tembok, gorden dan lain-lain.

Selain itu, serbuk sari dapat disebarkan ke lingkungan dengan bantuan serangga, misalnya kupu-kupu, lebah, dan beberapa jenis serangga merugikan atau hama (contoh: *Antomophilous*). Bagaimanakah caranya? Serangga-serangga itu pada waktu mengambil nektar (zat madu) di dalam bunga, permukaan badan dan alat gerakanya tersentuh oleh kumpulan serbuk sari. Ketika mereka terbang, serbuk sari yang menempel tadi saling berjatuhan ke tanah.

Apakah serbuk sari itu? Serbuk sari adalah alat kelamin jantan pada tumbuhan berbunga yang memiliki ukuran antara 20-60 m (mikron). Setiap tanaman berbunga akan dapat menghasilkan serbuk sari dalam jumlah jutaan per hari. Secara alamiah, sebagian kecil serbuk sari dapat jatuh tepat pada kepala putik (alat kelamin betina) bunga sendiri atau bunga lain sehingga terjadi peristiwa pembuahan. Namun, sebagian besar, serbuk sari itu akan terlepas begitu saja ke sekitar tanaman. Sebagai contoh, tanaman *Cannabis*



melepaskan 500 juta serbuk sari per hari ke lingkungan dan tanaman "Ragweed" melepaskan kurang lebih 1 juta serbuk sari per hari.

Terlepasnya serbuk sari dari bunga tergantung dari angin, suhu, dan kelembaban lingkungan. Bila suhu dan kelembaban memenuhi serta ada tekanan angin, jutaan serbuk sari akan terlepas dari bunga dan diterbangkan oleh angin ke tempat-tempat tertentu di lingkungannya. Peristiwa itu biasanya terjadi pada waktu pagi antara pukul 06.00 - 10.00 WIB.

Selain itu, penyebaran serbuk sari dalam debu rumah dapat berasal dari serangga yang masuk ke dalam rumah. Pada umumnya serangga yang mengambil atau menyerap nektar pada bunga, secara tidak sengaja di sekitar tubuhnya akan terbawa ratusan butir serbuk sari bunga (Gambar 2.3). Kemanapun serangga-serangga itu terbang, mereka dapat menjatuhkan serbuk sari di sembarang tempat termasuk di dalam debu rumah.

Serbuk sari yang tersimpan di dalam debu tidak dapat melakukan proses tumbuh-kembang karena debu bukan merupakan bagian dari kelangsungan atau siklus hidupnya. Tetapi, serbuk sari dapat hidup relatif lama karena dilapisi oleh bahan sporopollenin yang dapat menahan serbuk sari dari pengaruh kerusakan fisik.

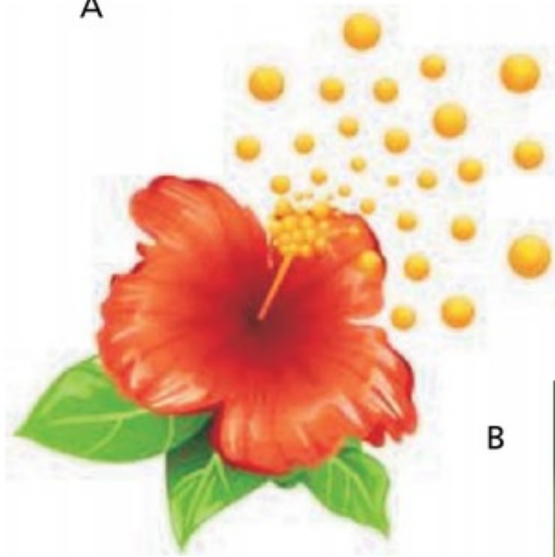
Tetapi, lama-kelamaan, serbuk sari itu akan mati terkubur di dalam debu. Akhirnya, serbuk sari itu dapat memperkaya kandungan zat-zat gizi di dalam debu karena di dalam serbuk sari mengandung banyak protein, karbohidrat, dan lemak. Selain itu, bagian *sporopollenin* banyak mengandung asam lemak dan selulosa. Bagian inti dari serbuk sari juga mengandung pigmen, vitamin, asam amino, enzim-enzim, hormon giberilin, dan asam indolasetat.

Serbuk sari juga merupakan komponen biotik di dalam debu rumah. Melihat ciri-ciri secara fisik, serbuk sari merupakan benda mati atau komponen abiotik, karena terlihat keras, tidak ada gerakan, dan mudah diterbangkan kemana-mana oleh angin. Di dalam serbuk sari terdapat komponen hidup seperti pada biji meskipun ada banyak perbedaan, tetapi apabila serbuk sari itu



menempel pada kepala putik bunga yang sejenis maka serbuk sari dapat melakukan aktivitas penyerbukan atau pembuahan.

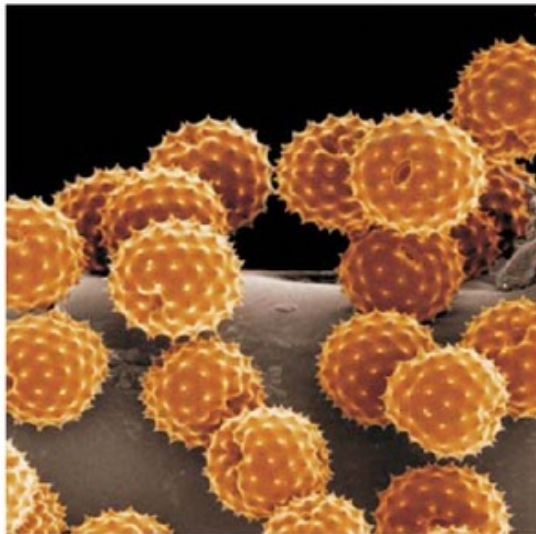
A



B



C



Sumber: Rapid Fitness. <http://blog.rapidfitness.com/bid/46026/How-To-Combat-Your-Pollen-Allergies>

Gambar 2.3 A. Mahkota Bunga Sepatu Banyak Mengandung Serbuk Sari. B. Serangga yang Tubuhnya Membawa Serbuk Sari Bunga. C. Foto Serbuk Sari yang Diambil dari Debu (Diperbesar).





BAB 3

KOMPONEN BIOTIK DEBU RUMAH

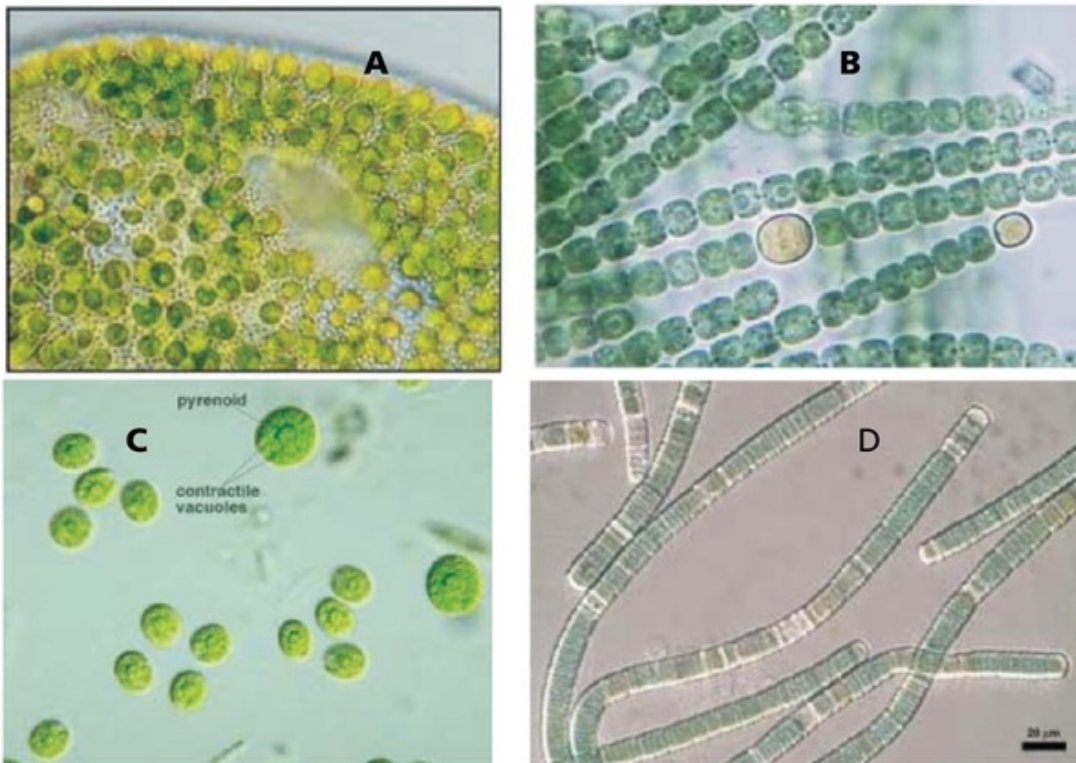
Pada pembahasan ini, dijelaskan berbagai jenis biotik selain jamur yang ditemukan di dalam debu rumah. Biotik selain jamur yang hidup di dalam debu adalah alga, bakteri, Protozoa, dan Arthropoda. Biotik itu berasal dari kehidupan di luar rumah yang karena sesuatu hal dapat masuk ke dalam rumah dan kehidupan di dalam rumah. Meskipun jenis-jenis biotik itu terdapat di dalam debu rumah, namun beberapa biotik hanya ditemukan di dalam debu asal lantai rumah atau bagian dari debu yang basah.

Berbagai kegiatan di dalam dan luar rumah dapat menjadi penyebab adanya biotik-biotik itu di dalam debu rumah.

A. Alga atau Ganggang

Alga atau disebut juga ganggang adalah biotik berukuran mikroskopik yang bersifat autotrof, artinya organisme yang dapat memasak atau membuat bahan makanan sendiri dari air (H_2O) dan karbondioksida (CO_2) dengan bantuan kloroplas (klorofil) yang terdapat di dalam sel alga.

Alga-alga itu ada di dalam debu lantai rumah, karena di dalam debu atau lantai mengandung air meskipun sedikit. Hal yang harus diketahui bahwa, alga dapat tumbuh-kembang normal apabila hidup di lingkungan berair. Alga ditemukan dalam debu rumah penduduk di Amerika, Belanda, dan Jerman. Penelitian yang telah dilakukan terhadap 41 rumah penduduk, ternyata debu semua rumah mengandung jenis-jenis alga seperti *Chlorella*, *Chlorococcum*, *Chlamydomonas*, *Anabaena*, dan *Oscillatoria* (lihat Gambar 3.1)



Sumber: Micrographia Home; <<http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTKcweWn5KycD6i-buupu1AoNJR5fOUpycvDgx3-CDZFBPPHLFlhw>> *Chlamydomonas* sp.(C), dan *Oscillatoria* sp (D).

**Gambar 3.1 Foto Mikroskopik *Chlorella* sp.(A),
Anabaena sp.(B),**

Hasil penelitian terhadap kehidupan alga dalam debu rumah di negara Belanda, ternyata keberadaan alga di dalam debu tidak terus-menerus ada dalam satu tahun. Alga-alga tersebut jumlahnya berfluktuasi mulai bulan Januari sampai September. Bulan Mei dan Agustus merupakan bulan yang paling baik untuk tumbuh-

kembang alga. Oleh sebab itu, pada bulan Mei dan Agustus banyak ditemukan alga di dalam debu.

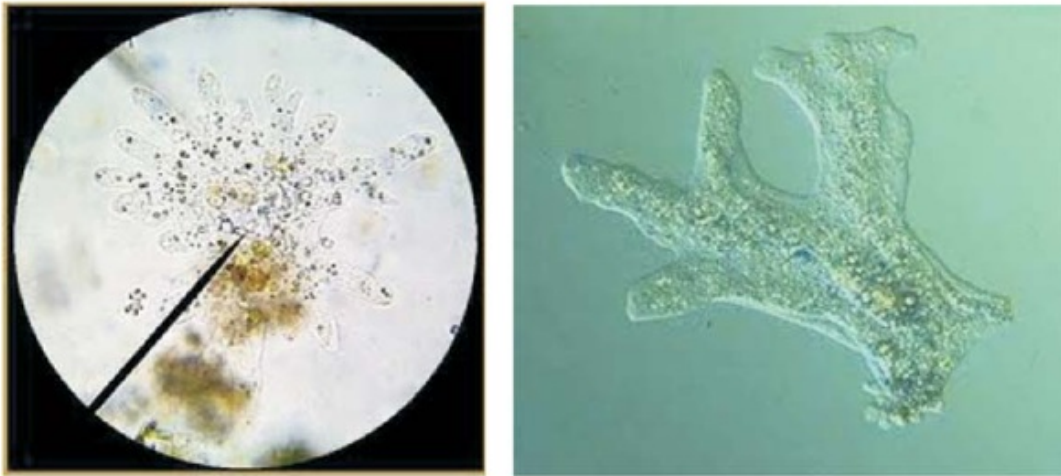
Tingkat pertumbuhan alga dalam debu tidak sebanyak di dalam habitat air atau di dalam tanaman. Sebanyak 220 alga dalam debu di bulan Februari akan berkembang biak atau berlipat 38 kali yaitu menjadi 8400 alga di bulan September. Mengapa alga ada di dalam debu lantai rumah? Ada banyak penyebab, misalnya: *Endospora* (sejenis spora) alga masuk ke dalam ruangan rumah dan jatuh bercampur debu di lantai atau karpet. Masuknya spora itu karena kegiatan mengangkut air ke dalam rumah dari sumber air sungai atau kolam di luar rumah, sebagian air yang kebetulan mengandung alga kemudian terpercik dalam debu atau lantai rumah kemudian alga tumbuh-kembang dalam air sepercik air di dalam debu rumah.

B. Protozoa

Jenis protozoa yang ditemukan di dalam debu adalah *Amoeba*. Biotik berukuran mikroskopik itu di dalam debu ditemukan dalam bentuk "kista" atau terlindung oleh selaput sel sebagai akibat lingkungan yang tidak bersahabat. Pada saat tertentu, misalnya kadar air di dalam debu dan kelembaban sama-sama tinggi, biasanya *Amoeba* tidak berbentuk kista tetapi sudah berwujud sel asli (perhatikan Gambar 3.2).

Debu yang kering akan sulit bagi *Amoeba* untuk hidup. Keadaan yang seperti itu mendorong *Amoeba* untuk mempertahankan diri dari kematian dengan cara membentuk kista. Kista itu kalau ditumbuhkan di dalam media agar-agar, berapa waktu kemudian akan berubah bentuk menjadi *Amoeba* dewasa.





Sumber: Dream of Arcadia. (online). <<http://www.dreams-of-arcadia.com/tweetplays/the-amoeba-complex/>>, (diakses: 20 Januari 2012)

Gambar 3.2 Foto Mikroskopik *Amoeba* sp

Amoeba memiliki kaki semu atau *pseudopodia* yang dipergunakan untuk bergerak dan mencari makan. Caranya bergerak dengan menjulurkan kaki semu ke samping atau ke arah yang dituju. Pada waktu memasukkan partikel makanan, *Amoeba* juga menjulurkan kaki semunya ke arah partikel makanan. Mula-mula kaki semu dijulurkan, kemudian kaki semu menyelimuti partikel makanan, dan akhirnya memasukkan partikel makanan tersebut ke dalam sel *Amoeba* untuk dicerna menjadi sumber kalori.

Pada makanan yang berbentuk cair, *Amoeba* tidak perlu menjulurkan kaki semunya. Makanan itu diproses melalui mekanisme penyerapan oleh membran atau selaput sel *Amoeba*.

C. Bakteri

Kandungan bakteri di dalam debu rumah termasuk dalam kategori sangat banyak bila dibandingkan biotik yang lain. Di Inggris ada 11.000 koloni bakteri per gram debu, di Amerika ada 1 juta sampai 20 juta koloni bakteri per gram debu, dan di Belanda ada 2 juta sampai 23 miliar koloni bakteri per gram debu. Di Indonesia total bakteri rata-rata di perkotaan 6.9×10^8 koloni/g dan di pedesaan rata-rata 6.1×10^8 koloni/g. Jumlah koloni bakteri di Inggris dan Amerika itu ditemukan di dalam debu lantai rumah sedangkan di Belanda debu berasal dari karpet alas rumah.



Bakteri-bakteri yang dapat hidup di dalam debu rumah adalah *Clostridium perfringens*, *Salmonella typhi*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermis*, dan *Staphylococcus aureus*. Di antara jenis bakteri-bakteri itu, *Clostridium* dan *Salmonella* merupakan bakteri patogen atau dapat menimbulkan penyakit pada manusia yang hanya hidup di tempat tertentu. Sedangkan, jenis bakteri lainnya adalah bakteri kosmopolit, artinya bakteri yang dapat hidup di berbagai tempat misalnya bakteri *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus epidermis* yang menghuni rambut kulit epidermis pada manusia (perhatikan Gambar 3.3).

Debu rumah kadang-kadang memiliki kadar air yang sedikit. Dalam keadaan kekurangan air, mungkin sekali bakteri-bakteri tidak dapat tumbuh-kembang dengan sempurna. Untuk dapat mempertahankan diri, bakteri mengubah dirinya menjadi *spora*. Spora bakteri memiliki fungsi yang sama seperti kista pada *Amoeba*. Jadi, dengan membentuk spora, bakteri masih dapat hidup kembali apabila persyaratan hidup lingkungannya memenuhi.

Ada beberapa jenis bakteri yang sama sekali tidak dapat membentuk spora. Jenis bakteri itu akan segera mati apabila berada terus-menerus pada lingkungan yang sulit untuk mendapatkan makanan.



Bakteri: *Bacillus subtilis*



Bakteri: *Salmonella sp*

Sumber: Science Photo Library. <http://www.sciencephoto.com/media/12288/enlarge>

Gambar 3.3 Foto Mikroskopik Dua Jenis Bakteri Debu Rumah

Bakteri yang dalam bentuk spora lebih tahan terhadap bahan desinfektan, sinar matahari, dan terutama terhadap kekeringan, panas, dan dingin. Hal itu disebabkan oleh dinding spora bakteri yang bersifat *impermeabel* atau tidak dapat dilalui oleh bahan-bahan tertentu yang merugikan. Dalam bentuk spora, asam nukleat bakteri juga dapat mengecilkan pengaruh sinar ultra ungu dari matahari. Spora yang memiliki kandungan air yang sangat sedikit menyebabkan spora bakteri tidak mudah mengalami perubahan temperatur. Jika keadaan luar menguntungkan, spora dapat tumbuh lagi menjadi bakteri biasa. Mula-mula, air dari lingkungan meresap ke dalam spora, kemudian spora mengembang dan kulit spora menjadi retak dan pecah.

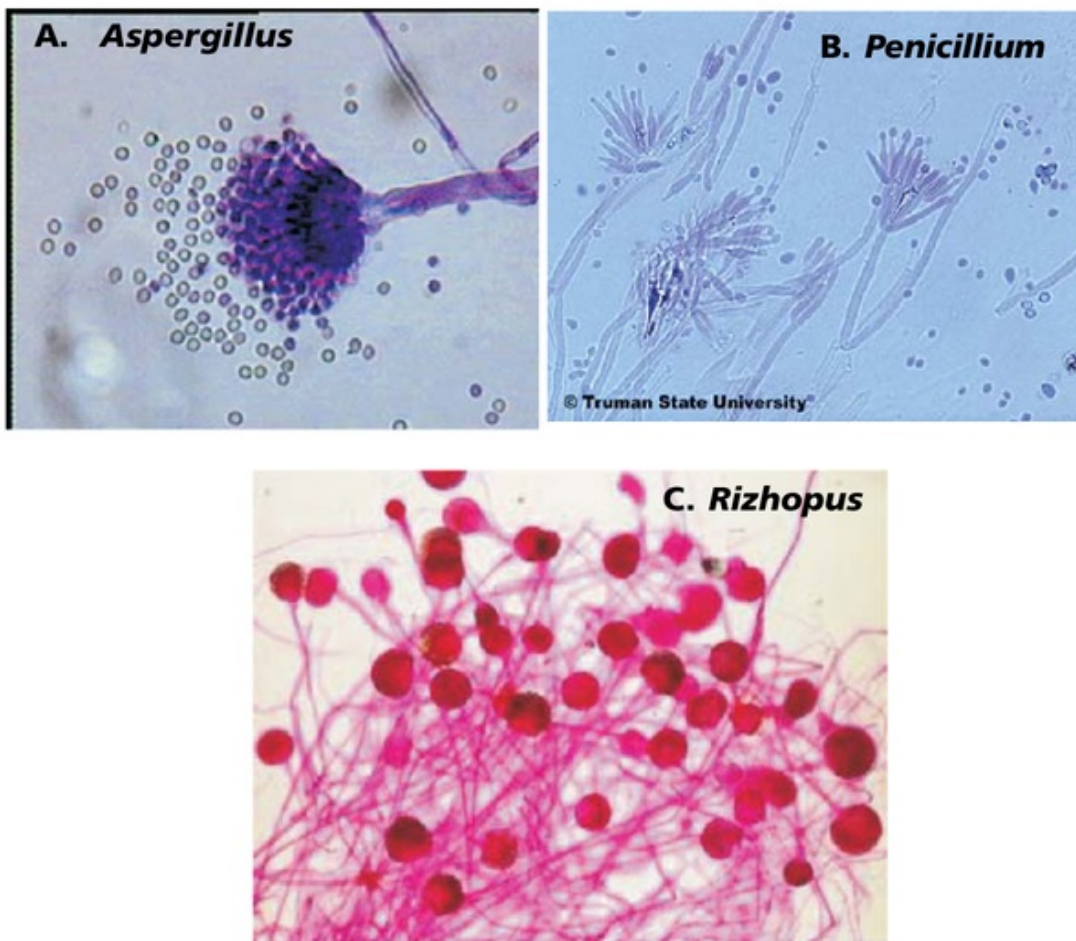
Di dalam debu rumah, bakteri dapat bertindak sebagai organisme pembusuk dan pengurai bahan-bahan organik atau anorganik yang sudah tidak lagi bermanfaat bagi kehidupan suatu organisme. Peran itulah yang menyebabkan bakteri sangat penting bagi proses penyederhanaan bahan-bahan di dalam debu.

D. Jamur

Debu rumah penduduk Amerika, Eropa, termasuk negara Indonesia banyak mengandung jamur. Debu rumah dapat menjadi media atau tempat hidup yang subur bagi jamur-jamur. Jadi, jangan dikira di dalam debu tidak ada jamur. Negara Indonesia adalah negara tropis yang memiliki kelembaban udara relatif tinggi. Kelembaban di dalam rumah yang tinggi itu ternyata menyuburkan kehidupan jamur di dalam debu rumah.

Jenis-jenis jamur yang sering ditemukan hidup di dalam debu rumah adalah jamur *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Wallemia* (Gambar 3.4). Ketiga macam jamur itu banyak ditemukan hidup di dalam debu yang berasal dari lantai rumah dan alas tidur. Jarang sekali ditemukan di dalam debu asal dinding dan perabotan rumah tangga. Hal ini disebabkan debu pada lantai rumah dan alas tidur cenderung lembab dan dua tempat itu seringkali menjadi tempat aktifitas kehidupan penghuni rumah dalam kesehariannya.





Gambar A dan C dari sumber: Mat-Su College. <<http://matsu.alaska.edu/offices/science-labs-2/biology-slides/>>. Gambar B dari sumber: Truman State University.<<http://microfungi.truman.edu/showGallery.php?div=Anamorphic&gen=Penicillium&spec=sp&id=1566>>

Gambar 3.4 Foto Mikroskopik Tiga Jenis Jamur Debu Rumah

Di antara tiga jenis jamur itu, yang paling banyak dan paling diperhatikan oleh para ahli adalah jamur *Aspergillus*. Beberapa jenis jamur itu memiliki ketahanan untuk hidup di tempat bersuhu panas atau tempat yang kekurangan air. Selain itu, jamur *Aspergillus* punya ketahanan terhadap bahan-bahan antiseptik.

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan di negara-negara Eropa dan Amerika, ditemukan banyak jenis *Aspergillus* contohnya *Aspergillus candidus*, *Aspergillus gracilis*, *Aspergillus halophilicus*, dan *Aspergillus penicilloides*. Penelitian itu, disimpulkan bahwa keberhasilan hidup jamur *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Wallemia* di dalam debu rumah sangat

dipengaruhi oleh faktor fisik seperti suhu dan kelembaban ruangan di dalam rumah. Oleh sebab itu, suhu dan kelembaban udara di suatu tempat akan mempengaruhi jenis jamur yang hidup di dalam debu. Coba perhatikan Tabel 3.1 yang menggambarkan kemampuan hidup jenis-jenis jamur tersebut pada suhu dan kelembaban tertentu di suatu ruangan.

Tabel 3.1 Berbagai Jamur Debu Rumah yang Hidup pada Suhu dan Kelembaban Tertentu

Nama atau Jenis Jamur dalam Debu Rumah	Suhu Ruang (°C)	Kelembaban Ruang (%)
<i>Aspergillus asmstelodami</i>	23 - 43	76 - 99
<i>Aspergillus candidus</i>	13 - 25	84 - 100
<i>Aspergillus gracilis</i>	13 - 27	80 - 100
<i>Aspergillus halophilicus</i>	13 - 27	70 - 93
<i>Aspergillus ochraceus</i>	13 - 37	84 - 100
<i>Aspergillus penicilloides</i>	25 - 35	76 - 97
<i>Aspergillus repens</i>	23 - 38	77 - 99
<i>Aspergillus restrictus</i>	24 - 36	80 - 99
<i>Aspergillus ruber</i>	22 - 36	77 - 99
<i>Aspergillus versicolor</i>	25 - 35	80 - 100
<i>Penicillium brevicompacticum</i>	20 - 26	85 - 100
<i>Penicillium chrysogenum</i>	20 - 30	90 - 100
<i>Penicillium cyclopium</i>	12 - 26	85 - 100

Sumber : Bronswijk (1981)

Setiap rumah akan memiliki tingkat suhu dan kelembaban yang beragam, tergantung kepada cuaca atau iklim yang sedang berlaku di suatu wilayah. Selain itu suhu dan kelembaban di dalam rumah masih tergantung kepada faktor fisik lain seperti bahan bangunan rumah, bahan perabot, dan pola hidup.

Pada debu rumah-rumah penduduk di Indonesia, beberapa jamur yang tersebut pada Tabel 3.1 tidak ditemukan misalnya *Aspergillus candidus*, *Aspergillus gracilis*, *Penicillium cyclopium*, dan

Wallemia sebi. Hal itu disebabkan oleh rentangan suhu dan kelembaban untuk dapat hidup mereka tidak sesuai dengan cuaca atau iklim di Indonesia. Jamur-jamur itu dalam pertumbuhannya sangat tergantung sekali pada suhu dingin dan kelembaban tinggi.

Di Indonesia, justru ditemukan jenis jamur lain, yaitu *Rhizopus*. Jamur itu bersifat *saprophyt* terhadap bahan-bahan atau sisa-sisa makanan yang terbuat dari hasil pertanian. Di dalam debu, terutama di lantai dan karpet, banyak bertebaran partikel sisa makanan yang berukuran sangat kecil misalnya sisa nasi, makanan kecil (*snack*), sisa lauk, sisa sayur, dan lain-lain yang tidak terambil saat membersihkan ruangan. Partikel-partikel sisa makanan itulah yang menjadi sumber makanan bagi *Rhizopus* yang hidup di dalam debu rumah. Debu di negara Eropa dan Amerika tidak mengandung *Rhizopus*. Hal itu mungkin sekali disebabkan oleh tiadanya sisa bahan makanan tadi di dalam debu lantai rumah.

Beberapa penelitian menyimpulkan bahwa banyaknya penghuni rumah berhubungan dengan banyaknya koloni jamur debu. Banyaknya penghuni rumah terutama penghuni dengan kategori anak-anak di bawah usia 12 tahun, seringkali mengkonsumsi makanan atau makanan ringan di atas kasur, karpet, lantai, kursi dan lain-lain. Sisa-sisa makanan itu tidak terambil atau tidak tersapu pada saat pembersihan dan lama-kelamaan menjadi satu kesatuan dengan debu. Sisa-sisa makanan itu kemudian menjadi media tumbuh bagi beberapa jamur debu.

Yang perlu diketahui, penduduk negara-negara maju seperti Amerika, Inggris, Jerman, Belanda, Kanada, dan Jepang, kalau membersihkan debu di karpet atau lantai rumah tidak menggunakan alat penebah atau sapu. Mereka menggunakan alat penyedot debu (*vaccum cleaner*). Dengan alat itu, debu termasuk sisa makanan akan mudah dibersihkan meskipun di sela-sela karpet atau lantai rumah.



E. Arthropoda

Arthropoda adalah nama *filum* hewan yang diberikan kepada hewan-hewan yang tubuhnya bersegmen-segmen dan bagian luarnya: diselaputi oleh rangka luar yang disebut *eksoskelet*. Beberapa jenis hewan kelompok filum Arthropoda, dapat hidup dalam debu rumah, contohnya: Lepisma, lipas, kutu buku, pinjal, tungau, dan caplak. Jenis hewan Arthropoda yang paling penting dalam debu rumah adalah tungau debu.

Lepisma. Jenis lepisma yang sering ada di dalam rumah adalah "serangga perak" atau nama ilmiahnya *Lepisma saccharina* dan "serangga perak berambut" atau nama ilmiahnya *Thermobia domestica*. Lepisma itu memiliki panjang tubuh 12 mm sehingga ukurannya dikatakan makroskopik (lihat Gambar 3.5). Ukuran tersebut jauh lebih besar bila dibanding bakteri, alga, ataupun protozoa, sehingga akan terlihat oleh mata telanjang meskipun tidak memakai kaca pembesar atau mikroskop.



Gambar A dari sumber: Forestry. Images.<<http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1236174>>. Gambar B dari sumber: Sommario. <http://www.lucianabartolini.net/pagina_ordine_tisanuri.htm>

Gambar 3.5 Foto Makroskopik Dua Jenis Kutu Buku Lepisma

Lepisma adalah kelompok Arthropoda yang penyebarannya sangat luas. Makanan lepisma adalah tepung atau serbuk yang terdapat di dalam tumpukan buku, pakaian, dan debu rumah yang mengandung serbuk kayu atau kertas.

Di dalam perpustakaan, mereka makan tepung yang ada di dalam tempat jilidan dan label-label yang mengandung lem atau perekat dari tepung (kanji). Pada tempat pemukiman, mereka

makan pakaian yang bertepung, gorden, karpet, sutera, hiasan dinding dari kertas atau pun kain. Kedua jenis leisma tersebut memiliki tempat tinggal yang berbeda. *Thermobia* terdapat di tempat-tempat yang dingin dan lembab, sedangkan *Lepisma* terdapat di tempat-tempat yang hangat sekitar tempat perapian, tempat pemanas air, di dalam buku, dan pipa-pipa uap. Kedua leisma itu tergolong Arthropoda yang sangat aktif dan dapat lari dengan cepat.

Lipas (kecoak). Jenis hewan itu seringkali ditemukan dalam debu rumah di tempat-tempat gelap (lihat Gambar 3.6). Tempat hidup yang paling mereka sukai adalah di dalam pipa saluran pembuangan kamar mandi, bak-bak penampungan air limbah, dan sela-sela kayu. Di tempat-tempat itulah mereka berkelompok, kawin, dan bertelur. Aktivitas kecoak untuk mencari makanan lebih memfokuskan pada waktu malam hari daripada siang hari. Pada waktu malam hari, mereka meninggalkan tempat persembunyiannya untuk mencari makanan. Makanan yang mereka sukai adalah makanan yang manis, daging, keju, susu, dan roti.



Gambar A dari sumber: Forestry. Images.<<http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1236174>>

Gambar 3.6 Berbagai Jenis Kecoak yang Terdapat di dalam Rumah



Jenis-jenis makanan itu seringkali ada di dalam debu lantai atau karpet rumah dalam bentuk partikel-partikel sisa makanan. Partikel-partikel itulah yang dicari sehingga pada waktu malam hari sering dijumpai berada di lantai, karpet, atau pun di atas meja dapur.

Jenis kecoak yang ada di dalam rumah adalah, *Periplaneta americana*, *Blata orientalis*, dan *Blattella oriervtalis*.. Dari ketiga jenis tersebut, *Blattella orientalis* yang sering ditemukan di berbagai tempat. Ukuran panjang tubuh mereka rata-rata 1,56 cm sehingga mudah dilihat dengan mata telanjang tanpa menggunakan kaca pembesar.

Pinjal. Hewan itu disebut “kutu lompat” atau dalam bahasa biologinya disebut *Siphonoptera* (Gambar 3.7). Pinjal tergolong serangga yang tidak bersayap, ukuran tubuhnya kecil. Pada waktu dewasa, mereka makan dengan cara menghisap darah hewan dan manusia. Pinjal memiliki habitat (tempat hidup) asli di permukaan kulit hewan-hewan piaraan di dalam rumah. Contoh pinjal adalah *Pulex irritans* yaitu pinjal yang habitatnya pada manusia dan *Ctenocephalides felis* pinjal yang habitatnya pada kucing.



A *Pulex irritans*



B *Ctenocephalides felis*

Gambar A dari sumber: *Csiro*, <<http://caterpillar.ento.csiro.au/education/insects/siphonaptera.html>> Gambar B dari sumber: *Entomologi and Plant Pathology*. <<http://entopl.okstate.edu/ddd/insects/fleas.htm>>

Gambar 3.7 Foto Makroskopik Dua Jenis Pinjal



Namun, yang seringkali ditemukan di dalam debu rumah adalah berbentuk larva. Pinjal-pinjal itu ada di dalam debu rumah sebagai akibat penghuni rumah memelihara hewan-hewan seperti kucing dan anjing di dalam rumah. Pinjal menyebar di dalam debu pada waktu hewan-hewan piaraan mengibaskan badan, menggaruk, dan tidur di lantai atau di karpet. Pinjal bertelur di rambut-rambut tubuh hewan inang. Pada waktu hewan-hewan itu mengibaskan badan atau pun menggaruk, secara tidak sengaja telur-telur pinjal akan terlempar ke lantai atau pun ke karpet dan bercampur dengan debu.

Selain bertelur di rambut-rambut tubuh hewan inang, pinjal juga bertelur di permukaan debu, pakaian, alas tempat tidur (sprei), dan karpet. Jumlah telur mereka pada setiap tahap adalah 4 sampai 8 butir telur. Dalam satu periode bertelur, telur pinjal dapat mencapai seratus butir telur. Telur-telur pinjal bervariasi dalam ukuran, bentuk, dan warna, tetapi pada kebanyakan berwarna putih. Beberapa jenis pinjal meletakkan telurnya dekat dengan sarang induk. Sedangkan beberapa jenis pinjal yang lain meletakkan telurnya berjauhan dengan sarang induk. Aktivitas mereka dalam mencari makanan tidak tergantung waktu siang atau pun malam. Kapan mereka membutuhkan, waktu itulah mereka menghisap inang.

Kutu. Ada dua jenis kutu yang ditemukan di dalam debu rumah penduduk yaitu, “kutu buku” dan “kutu penghisap”. Kutu buku dalam beberapa pustaka disebut “kutu debu”. Serangga kutu debu dalam biologi termasuk ordo *Psocoptera*. Banyak jenis kutu tersebut di dalam debu, tetapi yang sering dipelajari dalam bidang Biologi adalah kutu *Liposcelis bostrychophilus* dan *Liposcelis divinatorius*. Selain itu, di dalam debu, juga ditemukan kutu *Caecalis manteri* dan *Psyllipsocus ramburii* (lihat Gambar 3.8a). Kedua jenis kutu tersebut sama-sama kosmopolit artinya dapat hidup di berbagai tempat dan penyebarannya luas. Kebanyakan, jenis kutu itu yang hidup di dalam gedung-gedung atau rumah dan tidak bersayap. Kutu debu yang hidup di luar rumah tubuhnya dilengkapi sayap yang bisa mengembang dengan baik. Mereka terdapat di dalam kulit kayu, daun-daunan pohon dan semak, di bawah kulit kayu, dan daun-daun yang gugur.



*Liposcelis bostrychophilus**Liposcelis divinatorius*

Sumber: National Barkfly Recording Scheme, <<http://www.brc.ac.uk/schemes/barkfly/account.aspx?SpeciesID=30>>

Gambar 3.8a Foto Makroskopik Berbagai Jenis Kutu Buku

Kutu penghisap termasuk serangga dalam ordo *Phthiraptera*. Kutu-kutu itu memiliki alat penghisap atau alat penggigit. Contoh kutu tersebut adalah kutu kepala dan kutu badan pada manusia, yaitu *Pediculus humanus* yang hidup pada rambut kepala dan *Phthirus pubis* yang hidup pada rambut kemaluan.

Beberapa kutu ordo Psocoptera dan Phthiraptera makan alga dan lumut. Beberapa kutu yang lain ada yang makan ragi, butir-butiran, serbuk sari, dan potongan-potongan serangga mati. Sumber makanan itulah yang mendorong kutu memiliki tempat tinggal di dalam debu sebab seperti yang telah disebutkan di depan bahwa di dalam debu banyak ditemukan partikel makanan.

Kutu Busuk. Kutu busuk disebut juga kepinding atau dalam biologi termasuk dalam ordo *Hemiptera* yang tidak bersayap, contohnya *Cimex lectularius* dan *Cimex hemipterus* (Gambar 3.8b). Disebut kutu busuk karena dapat mengeluarkan bau busuk. Kutu tersebut ada di dalam debu karena debu tempat untuk mencari makanan. Tempat tinggal asli kutu busuk adalah di sela-sela tikar, busa kursi, kapas kasur, dan karpet.

Kutu busuk memiliki panjang sekitar 6 mm. Makanan berupa darah unggas, mamalia, dan manusia. Kutu busuk mengambil darah dengan cara menusuk serta menghisap kulit. Kutu busuk



aktif pada waktu malam hari. Pada waktu siang hari, kutu busuk bersembunyi di celah-celah dalam sebuah dinding, tempat tidur, celah kayu perabot, dan tempat tidur. Bentuk tubuh kutu busuk yang gepeng atau bulat telur melebar itulah yang menyebabkan kutu busuk dapat bersembunyi di celah-celah sempit.



Sumber: Dokumentasi pribadi (2012)

Gambar 3.8b Foto Makroskopik Kutu Busuk *Cimex lectularius*) dalam Debu

Kutu busuk termasuk serangga petelur. Mereka meletakkan telur-telurnya di tempat hidupnya sekitar 100-250 butir. Perkembangan menjadi tahap dewasa memerlukan kira-kira dua bulan pada suhu yang hangat. Kutu busuk dewasa dapat hidup beberapa bulan dan dapat hidup dalam jangka waktu yang lama tanpa makan.

Laba-laba. Laba-laba atau ordo *Araneae* yang ada di dalam debu adalah famili *Loxoscelidae*. Contoh jenis laba-laba yang terdapat di dalam debu adalah *Ciniflo similis* dan *Loxosceles rufescens* (Gambar 3.9). Kedua jenis laba-laba tersebut ditemukan dalam debu karena mereka menangkap makanan berupa organisme lain, yaitu kutu, pinjal atau pun tungau yang hidup di dalam debu. Jadi, habitatnya berdekatan dengan tempat mengumpulnya kutu, pinjal, dan tungau debu.

Laba-laba *Loxosceles* berukuran 6-10 mm, distribusinya sangat luas, dan hidupnya menyendiri serta tidak berkelompok. Warna

tubuhnya bervariasi dari coklat keabu-abuan sampai coklat kemerahan. Laba-laba di dalam rumah biasanya dijumpai di sudut ruangan, sudut lantai, di belakang perabot yang menempel di dinding, di kandang hewan, dan di pakaian yang tergantung. Laba-laba betina bertelur antara 20 sampai 40 ekor dan menetas kurang lebih tiga minggu kemudian.



Sumber: UtahState University Cooperative Extension. <<http://utahpests.usu.edu/uppd/html/top-20-arachnids>>

Gambar 3.9 Foto Makroskopik Laba-laba *Loxosceles sp*

Sesungguhnya, di dalam dunia serangga, laba-laba termasuk jenis serangga yang mempunyai kelompok besar karena memiliki 2500 jenis yang tersebar luas di berbagai tempat. Mereka banyak terdapat di berbagai tipe tempat tinggal. Banyak orang berpendapat bahwa laba-laba sangat beracun, tetapi walaupun hampir semua jenis laba-laba memiliki kelenjar-kelenjar racun, mereka jarang menggigit orang. Hanya beberapa jenis saja di Amerika yang mempunyai racun berbahaya bagi manusia. Di Indonesia, belum dijumpai ada laba-laba di dalam debu rumah yang beracun.



Kalajengking. Kalajengking (scorpion) yang ditemukan di dalam debu rumah biasanya tidak memiliki alat penyengat di ekor. Dalam biologi, kalajengking debu termasuk ordo *Solifugae*. Kalajengking debu disebut juga “kalajengking palsu” atau “kalajengking angin” (Gambar 3.10). Kalajengking palsu merupakan jenis yang memiliki variasi paling banyak dibandingkan jenis kalajengking lain. Pada studi yang telah dilakukan di Amerika, berhasil dikenali ada 120 jenis kalajengking palsu.



Sumber: Utah State University Cooperative Extension. <http://utahpests.usu.edu/luppdll/html/top-20-arachnids>

Gambar 3.10 Foto Makroskopik *Solifugae*

Solifugae berasal dari kata *sol* artinya matahari dan *fugae* artinya melarikan diri. Jadi *Solifugae* berarti kalajengking yang menghindari matahari dengan membiasakan hidup di tempat gelap, terlindung dari sinar matahari, dan pada waktu malam hari. Oleh sebab itu, kalajengking tersebut mendapat sebutan “kalajengking matahari”. Pada waktu malam, mereka keluar dari tempat persembunyian dan menggunakan kesempatan itu untuk mencari mangsa.

Bentuk tubuhnya tidak seperti kalajengking pada umumnya, tetapi lebih cenderung menyerupai laba-laba sehingga mereka diberi nama “laba-laba matahari” atau “laba-laba onta”. Disebut laba-laba karena mereka tidak punya alat penyengat di ekor. Justru, ujung belakang kalajengking tersebut “tumpul”.

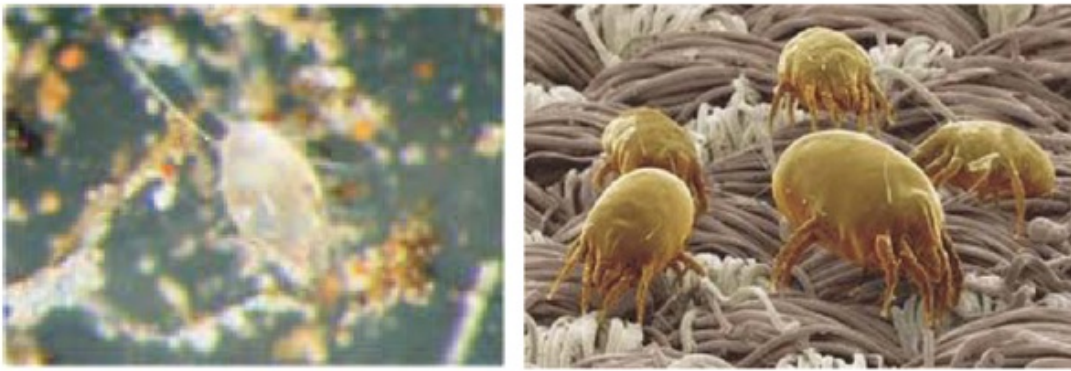


Meskipun tidak punya alat penyengat tetapi mereka memiliki kelisera (supit atau sapit) yang besar terutama yang jantan. Kalajengking ordo *Solifugae* yang ditemukan di dalam debu rumah adalah *Chelifer cancroides* dan *Cheiridium mueorum*. Panjang tubuhnya antara 20-30 mm, biasanya berwarna pucat dan agak berambut. Ciri khas *Solifugae* adalah kelisera yang sangat besar yang dapat memberi kesan ganas. Beberapa kejadian yang telah dicatat membuktikan bahwa mereka dapat "menggigit" mangsa dengan kelisera tetapi tidak memiliki racun. Biasanya, *Solifugae* memangsa larva kutu, kutu debu, dan kutu buku dan lain lain.

Kalajengking sebagian besar hidup pada waktu malam dan bersembunyi pada waktu siang hari di bawah kolong tempat tidur, kursi, karpet, objek-objek tertentu, dan lubang-lubang kecil pada perabot dan dinding rumah.

Tungau. Tungau termasuk dalam ordo *Acarina*. Tungau adalah Arthropoda yang paling banyak menghuni debu rumah bila dibandingkan dengan Arthropoda atau serangga yang tersebut sebelumnya. Diperkirakan ada puluhan jenis tungau yang menempati habitat yang beragam, mulai dari perairan sampai di dalam debu. Tungau berbeda dengan caplak dari segi ukuran tubuh, tungau ukurannya lebih kecil dari caplak.

Ukuran tubuh tungau berkisar antara 0,1-7 mm, bahkan tungau dengan ukuran tubuh terkecil baru dapat terlihat jelas apabila penggunaan alat bantu mikroskop. Dari sudut pandang kesehatan, tungau adalah kelompok Arthropoda atau serangga debu rumah yang harus dihindari supaya tidak ada kontak dengan tubuh. Namun, kelihatannya sangat sulit untuk menghindar karena beberapa jenis tungau justru menjadikan debu sebagai habitat atau tempat tinggal utama untuk hidup, sedangkan rumah atau tempat tinggal manusia sulit sekali terbebas dari debu. Jenis tungau itu adalah *Dermatophagoides* (lihat Gambar 3.11) dan *Glycyphagus*.



Sumber: Multiply.<http://ovan66.multiply.com/journal?&show_interstitial=1&u=%2Fjournal>

**Gambar 3.11 Foto Mikroskopik Tungau
*Dermatophagoide***

Oleh sebab itu, dalam dunia kedokteran keberadaan tungau di dalam debu rumah menjadi suatu kajian yang serius dan mahal. Meskipun demikian, bukan berarti keberadaan Arthropoda dan serangga lain di dalam debu rumah tidak perlu diperhatikan. Beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa kotoran (*feces*) dan bangkai kutu jamur, lepisma, dan kecoak, dapat mengganggu kesehatan.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh para ahli yang berlainan negara sejak 1830-an hingga sekarang, telah ditemukan ada 141 jenis tungau dan caplak yang hidup di dalam debu rumah. Contoh tungau yang hidup di dalam debu rumah adalah *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*, *Demodex folliculorum*, dan *Glycyphagus destructor*.

Di antara banyak tungau dan caplak yang hidup di dalam debu rumah, terdapat jenis tungau yang menjadi perhatian khusus dalam ilmu kedokteran, yaitu tungau *Dermatophagoides*. Tungau tersebut besarnya 0,3 mm dan lebarnya 0,2 mm yang jantan ukuran tubuhnya lebih kecil dari betina. Mereka memiliki kaki 8 buah pada waktu dewasa.

Masa hidup tungau di dalam debu 2 - 5 bulan. Suhu optimal ruangan untuk tumbuh-kembang *Dermatophagoides* berkisar antara 25 - 30° C dengan kelembaban udara 60 - 85%. Di dalam debu rumah, *Dermatophagoides* dapat tumbuh-kembang dengan baik bila dibandingkan dengan tempat lain. Dalam satu gram debu

rumah, ditemukan ada 25 - 5000 ekor tungau. Jumlah tungau yang terbanyak ditemukan di dalam debu karpet, kasur, dan bantal.

Cara bertelur tungau *Dermatophagoides* adalah oviparus, artinya hewan yang telurnya menetas di luar tubuh induk. Setelah tungau betina kawin dengan tungau jantan, 3-4 hari kemudian tungau betina bertelur. Mereka bertelur secara bertahap. Tahap pertama berlangsung 20 hari, kemudian diikuti dengan tahap kedua dan seterusnya. Pada tahap pertama mengeluarkan 25 – 50 butir telur, pada tahap kedua 15 – 30 butir telur, dan pada tahap berikutnya jumlahnya semakin sedikit.

Pada penelitian di Wilayah Surabaya, rata-rata jumlah tungau *Dermatophagoides* di dalam debu adalah 27 ekor. Laju pertumbuhannya di dalam debu rumah rata-rata 7 ekor per minggu.





BAB 4

INTERAKSI KOMPONEN LINGKUNGAN HIDUP DALAM DEBU RUMAH

Komponen ekosistem yang berinteraksi di dalam lingkungan hidup debu rumah adalah lingkungan biotik dan lingkungan abiotik. Faktor lingkungan abiotik di dalam debu rumah terbagi atas faktor fisik dan kimia. Faktor fisik misalnya serabut kain, partikel debu, partikel (squama) kulit, suhu, dan kelembaban. Faktor kimia misalnya air, karbohidrat, protein, lemak, dan mineral. Sedangkan, faktor biotiknya adalah organisme dan mikroorganisme yang hidup di alam debu rumah.

Kedua faktor tersebut membangun suatu sistem kehidupan di dalam debu rumah yang disebut ekosistem debu rumah. Artinya, di dalam debu rumah telah terjadi interaksi antar komponen faktor biotik. Dalam proses interaksi, mereka sangat tergantung kepada ciri-ciri lingkungan abiotik. Interaksi antara sesama jenis ataupun antar lain jenis secara alamiah akan menciptakan peristiwa simbiosis, jaring-jaring makanan, dan rantai makanan.

A. Interaksi Jamur dengan Tungau

Untuk menggambarkan interaksi jamur dengan tungau debu, diambil contoh populasi jamur *Aspergillus* dan tungau debu

Dermatophagoides. Di dalam debu rumah, tungau debu sangat tergantung pada sumber makanan dari sisa jamur, bakteri, ataupun squama kulit manusia dan hewan piaraan. Bahan-bahan abiotik itu memang sumber makanan tungau, tetapi jumlah sumber makanan yang berlimpah di dalam debu bukan jaminan kehidupan bagi tungau debu, karena kelangsungan hidup tungau debu itu masih harus tergantung kepada kondisi faktor lingkungan abiotik lain seperti suhu, dan kelembaban.

Sebuah penelitian telah mengungkapkan bahwa di dalam perut (disebut *gut*) tungau *Dermatophagoides* ditemukan komponen sejenis protein dan karbohidrat yang dimiliki serbuk sari, jamur *Aspergillus*, bakteri, serabut tanaman, kulit hewan atau manusia, dan rambut atau kulit burung. Hal itu berarti tungau debu telah memakan komponen itu sebagai sumber energi.

Pada pengamatan langsung terhadap kehidupan komponen biotik di dalam debu, ditemukan adanya kecenderungan bahwa *Dermatophagoides farinae* sering kali berada di sekitar tumbuhnya jamur *Aspergillus amstelodami*. Jamur *Aspergillus* dapat menjadi sumber lemak nabati bagi tungau. Kalau tempat tinggal tungau jauh dari jamur *Aspergillus*, mereka akan sulit mendapat sumber lemak nabati. Semakin banyak koloni jamur *Aspergillus* di dalam debu semakin cepat pertumbuhan tungau *Dermatophagoides pteronyssinus*.

Suatu penelitian di dalam laboratorium untuk membandingkan pertambahan tungau membuktikan bahwa tungau *Dermatophagoides pteronyssinus* yang dipelihara di dalam medium debu karpet yang mengandung jamur *Aspergillus* bertambah 7 ekor setelah 8 minggu. Tetapi, tungau yang dipelihara di dalam medium debu karpet tanpa jamur *Aspergillus* pertambahannya hanya 2 ekor setelah 8 minggu.

Jadi, keberadaan jamur *Aspergillus* di lingkungan hidup tungau dapat menstimulasi pertumbuhan tungau 3 kali lipat. Hal itu berarti kehidupan tungau debu bergantung kepada jamur yang juga sesama faktor biotik.



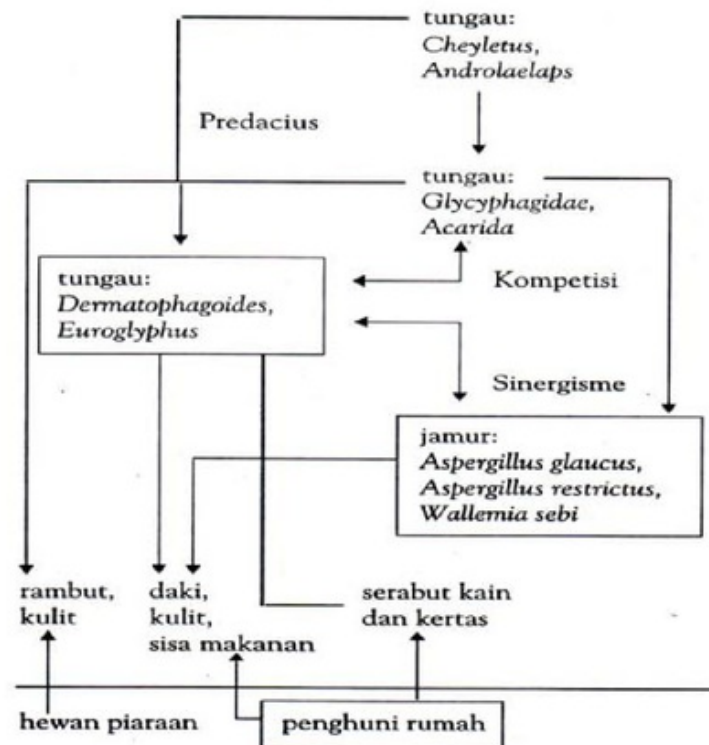
Pola hubungan atau interaksi antara kehidupan tungau *Dermatophagoides* dengan jamur *Aspergillus* itu ternyata dialami oleh kehidupan serangga atau Arthropoda lainnya. Hubungan tungau debu dengan jamur *Aspergillus* dapat menguntungkan atau merugikan. Contohnya: *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus glaucus*, dan *Aspergillus sydowii* adalah kelompok jamur debu rumah yang dapat memproduksi racun (disebut mycotoxin). Racun itu dapat mengganggu kehidupan Arthropoda parasit di dalam debu rumah. *Aspergillus restrictus* dapat mengeluarkan sejenis racun atau beberapa jenis racun yang dapat mengganggu kehidupan tungau debu. *Aspergillus penicilloides* terbukti memproduksi racun yang dapat menghambat pertumbuhan tungau, kutu debu, pinjal, leprisma, dan lipas (kecoak).

B. Interaksi Lingkungan Biotik dan Abiotik

Di dalam rumah, telah terjadi interaksi antara komponen abiotik, komponen biotik dan sistem budaya atau perilaku penghuni rumah yang cukup rumit. Interaksi antar komponen lingkungan hidup dalam debu rumah melibatkan komponen abiotik seperti serabut kain, rambut, squama kulit, dan daki. Sedangkan, komponen biotik melibatkan tungau antara lain: tungau *Dermatophagoides*, *Euroglypus*, *Glycypagidae*, *Acaridae* dan tungau pre-dator seperti *Cheyletus*, *Androlaelaps* dan jamur seperti *Aspergillus*.

Hubungan itu dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang menggambarkan interaksi faktor biotik-abiotik di dalam debu rumah. Interaksi diawali dari kehidupan tungau *Dermatophagoides* dan *Euroglypus*. Kedua jenis tungau itu hidup dalam debu rumah yang mengandung komponen abiotik seperti serabut kain, squama kulit (daki kulit), partikel atau sisa makanan, sisa atau bangkai mikroorganisme, dan rambut. Komponen abiotik itu ada dalam debu sebagai konsekuensi dari kegiatan sehari-hari penghuni rumah, hewan-hewan piaraan, dan sisa-sisa kehidupan mikroorganisme di dalam debu.





Sumber: dimodifikasi dari Bronswijk (1981).

Gambar 4.1 Interaksi Faktor Biotik Abiotik di dalam Debu Rumah

Di dalam debu rumah, tungau-tungau mempunyai hubungan *sinergisme* dengan jamur *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus restrictus*, dan *Wallemia sebi*. *Sinergisme* adalah interaksi dua individu yang menghasilkan nilai kehidupan lebih tinggi dari pada individu berdiri sendiri.

Keberadaan jamur-jamur dalam debu rumah dapat menstimulasi pertumbuhan tungau debu sebesar tiga kali lebih besar bila dibandingkan pertumbuhan dalam debu yang tidak ada jamur. Pada interaksi itu, terjadi pula kompetisi, yaitu antara tungau *Dermatophagoides* dan *Euroglyphus* dengan tungau *Glycyphagus* dan *Acaridae*. Kompetisi atau persaingan itu terjadi ketika tungau-tungau itu membutuhkan sumber makanan lemak, karbohidrat, protein, dan mineral. Asal sumber makanan itu sama yaitu dari jamur, bakteri dan komponen abiotik debu rumah.

Pada interaksinya juga terjadi hubungan saling makan (*predacius*), yaitu interaksi antar organisme dengan cara memakan

organisme lain. Biotik yang bertindak sebagai organisme predator pada interaksi tersebut adalah tungau *Cheyletus* dan *Androlaelaps*. Dua jenis tungau itu memiliki ukuran tubuh yang relatif besar, jenis tungau itu dapat memangsa tungau-tungau debu yang berukuran lebih kecil, seperti tungau *Dermatophagoides*, *Euroglyphus*, *Glycyphagidae*, dan *Acaridae*.







BAB 5

BAHAYA DEBU RUMAH BAGI KESEHATAN

Apakah debu rumah berbahaya bagi kesehatan? Kalau yang dimaksud adalah partikel debu, komponen abiotik itu tidak membahayakan kesehatan tubuh. Tetapi, yang berbahaya bagi kesehatan adalah komponen abiotik lain dan beberapa komponen biotik yang ada di dalam debu rumah. Bagaimanakah mereka menimbulkan bahaya?

A. Bahaya Serabut dan Partikel

Seperti yang telah dijelaskan pada bab terdahulu bahwa komponen abiotik di dalam debu rumah adalah: partikel debu, serabut kain, squama kulit, dan serbuk sari tumbuhan. Pada penelitian di luar negeri, ternyata beberapa komponen abiotik itu dapat mengganggu kesehatan manusia.

Serabut yang ditemukan di dalam debu rumah seperti yang tersebut pada Tabel 2.1 adalah serabut sintetik, kain wool, kertas, dan kain katun. Kalau ditinjau kembali dari zat kimia atau zat gizi, serabut di dalam debu terbagi dua macam yaitu serabut selulosa dan serabut keratin.

Serabut selulosa di dalam debu berasal dari perabot atau alat dari bahan kayu, kertas, dan kapas. Sedangkan, serabut keratin berasal dari karpet, busa furnitur, pakaian, dan rambut.

Bagi komponen kehidupan di dalam debu, bahan serabut selulosa dapat menjadi sumber makanan bagi Arthropoda seperti lipas, kutu busuk, tungau, lepisma, dan pinjal. Di dalam perut jenis-jenis Arthropoda itu, selulosa akan diubah menjadi glukosa yaitu zat kimia yang lebih sederhana yang bersifat lebih mudah dimanfaatkan oleh sel-sel tubuh Arthropoda untuk menghasilkan energi. Energi itu bagi setiap hewan termasuk Arthropoda sangat berguna bagi kelangsungan hidup individu maupun kelompok.

Bahan serabut keratin sangat sulit dimanfaatkan sebagai sumber makanan oleh Arthropoda yang hidup di dalam debu, apalagi oleh mikroorganisme dan jamur. Bahan-bahan keratin yang ada di dalam debu berfungsi sebagai habitat atau tempat tinggal bagi kehidupan organisme.

Kumpulan serabut keratin di dalam debu rumah dapat menciptakan ruangan dan perlindungan bagi kehidupan organisme debu. Tungau, pinjal, kutu busuk, caplak, dan lepisma, akan dapat berinteraksi, kawin, bertelur, mencari makan, dan membuat sarang di tumpukan serabut-serabut keratin.

Serabut keratin juga dapat menarik partikel debu dari udara dan sekaligus menyimpan partikel debu itu di dalamnya. Lama-kelamaan, partikel debu mengumpul dan menumpuk banyak di antara serabut-serabut tadi. Keadaan itu sangat menguntungkan bagi kehidupan hewan-hewan Arthropoda dan jamur karena kumpulan partikel debu dapat menjadi media atau substrat untuk kelangsungan hidup.

Singkat kata, serabut keratin yang menumpuk di dalam debu rumah memberikan jaminan bagi sebagian besar siklus kehidupan Arthropoda dan mikroorganisme lain di dalam debu rumah.

Dari sisi itulah, serabut-serabut yang ada di dalam debu rumah perlu menjadi perhatian. Adanya serabut di dalam debu rumah berarti akan menumbuhkan suburkan kehidupan hewan-hewan parasit seperti Arthropoda dan mikroorganisme lain. Suburnya



kehidupan Arthropoda dan mikroorganisme lain itulah yang sewaktu-waktu akan dapat menjadi biang keladi berbagai bibit penyakit di dalam tubuh.

B. Bahaya Mikroorganisme

Pada bab sebelumnya, telah dijelaskan bahwa terdapat jenis-jenis mikroorganisme di dalam debu, seperti: alga, Protozoa, dan bakteri. Berbagai sumber pustaka menyebutkan bahwa beberapa jenis memiliki sifat patogen, artinya dapat menjadi sumber bibit penyakit. Bahkan, sifat patogen ada yang tergolong berat dari sudut pandang kedokteran.

Alga. Alga yang hidup di dalam debu rumah, adalah alga hijau yang bersifat autotrof. Artinya, organisme yang dapat memasak sendiri makanannya. Kebanyakan, alga itu dapat membentuk diaspora. Diaspora adalah sejenis alat perkembangbiakan yang dibentuk oleh alga akibat lingkungan yang tidak mendukung untuk hidup.

Di dalam diaspora, ada berbagai jenis hormon dan enzim pertumbuhan yang bertugas “membangkitkan” kembali kehidupan normal alga. Hormon dan enzim penyusun diaspora termasuk zat kimia protein. Protein itulah yang dapat bertindak sebagai bahan “antigenik” atau bahan yang dapat mengganggu sistem kekebalan tubuh.

Protozoa. Beberapa jenis protozoa penghuni debu rumah dapat menjadi biang keladi berbagai jenis penyakit saluran pencernaan. Contoh amoeba yang paling diperhatikan dalam dunia kedokteran adalah *Entamoeba histolytica*. Jenis amoeba itu terdapat di dalam usus manusia dan dikeluarkan ke alam bebas melalui tinja dalam bentuk “kista” atau semacam spora pada bakteri. Kista ada di dalam debu rumah mungkin sekali disebabkan oleh sanitasi rumah tangga yang kurang baik.

Bakteri masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan atau minuman yang tercemar “kista” dari *Entamoeba*. Atau juga dapat melalui alat-alat rumah tangga yang dicuci dengan air sumur yang tercemar amoeba.



Kista yang masuk ke dalam usus akan berkembang biak dengan cepat sehingga dapat menimbulkan “diare” yang cukup berat pada seseorang. Diare karena amoeba tersebut dapat menyebabkan luka-luka pada saluran pencernaan (usus). Pada penderita diare, amoeba ditemukan juga di dalam hati dan limfa.

Bakteri. Berbagai jenis bakteri yang ditemukan dapat hidup di dalam debu rumah dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia mulai dari yang ringan sampai penyakit berat. Berikut ini contoh beberapa jenis bakteri. Bakteri *Clostridium perfringeris*. Jenis bakteri tersebut adalah penghuni normal saluran pencernaan manusia dan hewan. Jenis bakteri ini banyak terdapat dan menyebar di dalam tanah. Hanya saja dalam jumlah besar, mereka berubah menjadi bersifat patogen.

Jenis bakteri lainnya adalah *Salmonella typhi* yang ditemukan di dalam debu dapat menimbulkan berbagai penyakit apabila masuk dalam tubuh manusia. Masuknya bakteri ke dalam tubuh seseorang melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi oleh bakteri. Berdasarkan jalannya penyakit pada waktu *Salmonella* masuk ke dalam saluran pencernaan, ke usus halus, diserap oleh usus masuk ke dalam.

Seseorang yang di dalam tubuhnya ada bakteri tersebut akan dapat terjangkit penyakit yang disebut “Demam enterik”. Ciri-ciri penyakit ini adalah penderita mengalami demam, lemah, sakit kepala, dan mual-mual. Setelah masa inkubasi antara 10 – 14 hari, suhu tubuh bertambah tinggi, limpa serta hati menjadi membesar. Kalau “demam enterik” ini tidak segera diobati, penderita dapat mengalami kematian. Berdasarkan kasus di lapangan, angka kematian karena penyakit tersebut adalah 10 - 15%.

Bakteri *Staphylococcus epidermis* juga ditemukan hidup di dalam debu. Bakteri itu dapat menimbulkan penyakit melalui kemampuannya berbiak dan menyebar luas dalam jaringan dan melalui pembentukan zat-zat kimia beracun di dalam tubuh seseorang. Bakteri tersebut dapat masuk ke dalam tubuh seseorang melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi atau tercemar oleh sel-sel bakteri *Staphylococcus*.



Zat-zat kimia beracun yang diproduksi oleh bakteri itu adalah eksotoksin, lekosidin, dan enterotoksin. Bahan-bahan tersebut dalam jaringan tubuh seseorang dapat menginfeksi pembuluh darah jantung dan menyebabkan pneumonia atau infeksi paru-paru. Pada beberapa kasus, ditemukan adanya penderita yang mengalami “hemolitik” atau pecahnya sel darah.

C. Bahaya Mikotoksin dan Spora Jamur

Mikotoksin (*mycotoxin*) adalah zat kimia yang bersifat toksik (mengandung racun) yang dihasilkan oleh jamur. Mikotoksin di dalam debu rumah diproduksi oleh jamur-jamur *Aspergillus* yang hidup di dalam debu rumah. Mikotoksin dapat menyebabkan kematian bagi komunitas yang ada di dalam debu rumah.

Aspergillus ochraceus di dalam debu rumah dapat memproduksi tiga macam mikotoksin yaitu *ochratoxin*, *aspochracein*, dan *destructin B*. Ketiga jenis mikotoksin itu bersifat “insectisidal” artinya bahan kimia yang mengganggu bahkan dapat membunuh berbagai jenis serangga yang hidup di dalam debu. Pada hewan dan manusia, toksin ochratoxin di dalam tubuh bersifat racun bagi kelangsungan fungsi ginjal.

Jamur *Aspergillus candidus* di dalam debu dapat memproduksi mikotoksin citrinin. Mikotoksin ini bersifat “antibiotik” artinya dapat membunuh komunitas bakteri yang hidup di dalam debu rumah. Pada beberapa kajian, ternyata *citrinin* juga bersifat *nephrotoksin*, artinya zat kimia yang dapat meracuni saluran-saluran nefron yang ada dalam ginjal sehingga menyebabkan kerusakan pada fungsi ginjal.

Sedangkan jamur *Aspergillus versicolor* di dalam debu rumah dapat memproduksi tujuh macam mikotoksin yang membahayakan, yaitu *aversin*, *5-methoxy sterigmatocystin*, *methyl-sterigmatocystin*, *versi-conol*, *versicolorin-A*, *deoxyversicolorin-B*, dan *sterigmatocystin*. Ketujuh mikotoksin tersebut bersifat *insecticidal*.

Khusus pada *sterigmatocystin*, jenis mikotoksin tersebut kategorinya sudah sangat berbahaya bagi manusia karena



memiliki potensi karsinogenik, artinya di dalam tubuh hewan dan manusia mikotoksin itu dapat menimbulkan sel-sel tumor yang akhirnya berkembang menjadi kanker.

Pada beberapa kejadian alamiah, *sterigmatocystin* yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus versicolor* dapat dikonversi (diubah) menjadi mikotoksin *aflatoksin-B₁*, oleh *Aspergillus parasiticus*. Jenis mikotoksin itu juga bersifat karsinogenik. Bahkan, kemampuan reaksinya untuk menimbulkan sel-sel kanker di dalam tubuh hewan dan manusia 10 sampai 100 kali lipat.

Pada beberapa sumber pustaka, menyebutkan bahwa mikotoksin aflatoksin-B₁ tergolong racun yang berbahaya. Selain bersifat karsinogenik, aflatoksin-B₁ ternyata juga bersifat teratogenik, artinya zat kimia yang dapat menyebabkan gangguan dan cacat pada janin.

Hampir semua mikotoksin yang diproduksi oleh jamur *Aspergillus* yang ada di dalam debu rumah adalah racun bagi kesehatan manusia. Semua jenis mikotoksin *Aspergillus* tersusun dari zat kimia protein atau glikoprotein, maka mikotoksin itu dapat bertindak sebagai bahan alergen inhalan yang dapat menimbulkan efek alergi pada manusia.

Pengertian “Alergen-inhalan” adalah bahan racun yang dapat masuk melalui hidung atau saluran pernapasan sehingga membangkitkan reaksi alergi di dalam tubuh manusia. Reaksi alergi di dalam tubuh seseorang menimbulkan efek samping berupa gangguan kesehatan seperti keluar bintik-bintik atau bintul-bintul merah di kulit, asma bronkhial, gatal-gatal, bersin-bersin, dan batuk berlendir. Efek samping dari reaksi alergi itu pada setiap orang dapat sama atau mungkin sekali berbeda. Hal itu tergantung pada fungsi sistem kekebalan yang sedang berlangsung di dalam tubuh seseorang.

Pada penyelidikan lain, ditemukan bahwa bagian jamur yang dapat mengganggu kesehatan manusia bukan hanya mikotoksin. Di dalam jamur, ada alat perkembangbiakan yang disebut dengan diaspora. Alat itu secara alamiah menjadi semacam “biji” bagi jamur untuk berkembang biak menghasilkan anak jamur. Susunan kimia yang utama pada Diaspora adalah protein.



Seperti pada diaspora alga dan mikotoksin, diaspora jamur terbukti menjadi bahan “alergen-inhalan”. Bahkan, dalam penyelidikan ditemukan bukti bahwa diaspora jamur lebih efektif membangkitkan reaksi alergi di dalam tubuh seseorang daripada mikotoksinya.

D. Bahaya Arthropoda

Hewan-hewan yang termasuk Arthropoda seperti yang telah disebutkan antara lain lepisma, lipas (kecoak), pinjal, kutu, kutu busuk, laba laba, scorpion (kalajengking), tungau, dan caplak. Semua hewan Arthropoda itu ternyata sebagian besar merugikan manusia karena dapat menimbulkan gangguan pada kesehatan.

3 Berbagai jenis Arthropoda dapat menghasilkan cairan yang bersifat racun atau menimbulkan iritasi atau gangguan pada manusia. Akibat yang ditimbulkannya dapat bersifat lokal atau sistemik, tergantung kepada berbagai sebab misalnya kepekaan seseorang dan jenis racun yang dihasilkan oleh jenis Arthropoda. Dengan demikian, berat ringannya pengaruh racun atau toksin, gejala dan keluhan yang diderita oleh masing-masing individu dapat berbeda-beda.

Pada garis besarnya, dikenal empat jenis racun serangga, yaitu toksin 3 hemolitik yang menimbulkan hemolisis atau kerusakan sel darah penderita, toksin hemoragik yang menimbulkan perdarahan, toksin neurotoksik yang mempengaruhi sistem saraf, dan toksin 3 *vesicating* yaitu cairan yang menimbulkan dermatitis dan iritasi pada kulit.

Toksin dapat memasuki tubuh seseorang melalui beberapa jalan yaitu melalui gigitan misalnya oleh laba-laba dan melalui sengatan oleh kalajengking. Berikut ini dijelaskan bahaya jenis-jenis Arthropoda di dalam debu.

Laba-laba. 3 Laba-laba di dalam debu rumah jenis *Loxosceles* termasuk laba-laba yang beracun. Mereka dapat memasukkan toksin ke dalam tubuh seseorang melalui gigitan rahangnya yang mengandung toksin. Seseorang yang telah digigit akan menderita “necrotic arachnidisme” yaitu gangren yang terjadi di tempat



gigitan. Gangren yang timbul itu ³membutuhkan waktu yang relatif lama ³untuk sembuh kembali seperti semula.

Kalajengking. Jenis Arthropoda tersebut sebagian besar sangat beracun pada bagian ekornya. Tetapi, jenis kalajengking di dalam debu rumah adalah kalajengking yang tidak memiliki ekor. Jadi, jenis Arthropoda itu tidak begitu berbahaya dalam kehidupan sehari-hari seseorang di sekitar debu.

Caplak. Jenis Arthropoda tersebut dapat ³menghasilkan toksin yang dimasukkan ³ke dalam tubuh penderita melalui gigitan pada kulit penderita. Akibat gigitan caplak ³dapat terjadi gejala-gejala berupa kejang-kejang, sakit kepala, dan *tick paralyse*. *Tick paralyse* artinya kelumpuhan saraf pernapasan dan serangan jantung sebagai akibat kuatnya toksin yang masuk ke dalam tubuh seseorang. Kalau tidak ada pertolongan dengan segera, kemungkinan penderita dapat meninggal. Umumnya, gejala-gejala penyakit tersebut berat apabila yang menderita adalah ³balita atau anak-anak.

Bila terjadi gigitan oleh caplak maka tindakan yang harus dilakukan kali pertama adalah mencoba membuang caplak dengan melepaskannya dari tempat gigitan dengan cara meneteskan tubuh caplak dengan bahan-bahan kimia misalnya chloroform, ether, benzena, dan *jodium tincture*. Baru setelah itu, caplak diambil dengan hati-hati dengan menggunakan penjepit. Jangan mencoba menarik caplak dengan paksa sebelum ditetesi dengan bahan kimia tadi karena kepala caplak dapat putus dan tetap berada di dalam jaringan kulit. Akibat kontraksi otot penderita, kelenjar racun yang ada di kepala caplak yang putus itu akan mengeluarkan toksin terus-menerus.

Tungau. Pada pembahasan terdahulu telah dijelaskan bahwa jenis Arthropoda yang penting dalam dunia kedokteran adalah tungau. Secara umum tungau-tungau yang hidup di dalam debu dapat mengganggu kesehatan seseorang dan hewan-hewan piaraan di dalam rumah. Sakit yang diderita akibat tungau dijelaskan sebagai berikut.



Anemia pada hewan piaraan yaitu penyakit kekurangan darah. Pada hewan piaraan, tungau dapat menggigit epidermis kulit hewan dan menghisap darahnya. Akibat yang ditimbulkan adalah kehilangan darah dan cairan pada hewan piaraan tadi. Tungau-tungau sejenis itu tidak perlu dikhawatirkan oleh manusia karena tungau ini tidak pernah menggigit manusia.

Dermatitis. Penyakit ini adalah kelainan pada kulit dengan ciri kulit rusak atau gatal-gatal yang terus-menerus. Dermatitis dapat diderita oleh seseorang karena tungau dapat hidup dan dengan mudah menggali parit-parit kecil di dalam kulit atau epidermis penderita. Jenis tungau penyebabnya adalah *Sarcoptes* dan *Demodex*.

3 Pada penyakit dermatitis, tungau *Sarcoptes* ataupun *Demodex* menggali parit-parit kecil di dalam epidermis kulit penderita sehingga menimbulkan rasa gatal yang hebat dan menyebabkan kerusakan kulit. Lokasi yang sering dijumpai adalah kulit daerah leher, kulit pada tulang ekor, skrotum, dan daerah areola mammae (puting susu) dan sela-sela jari (Gambar 5.1). Akibat garukan terus-menerus yang dilakukan oleh penderita di tempat penyakit dapat menyebabkan infeksi sekunder yang memperparah dermatitis.



Sumber: Treath With The Whole-Hearted. <http://doctorcayoo.blogspot.com/2009_08_01_archive.html>

Gambar 5.1 Dermatitis pada sela-sela tangan karena *Sarcoptes*



Berdasarkan bukti di lapangan, orang yang menderita penyakit tersebut adalah kelompok dengan sosial ekonomi rendah yang kurang menjaga kebersihan diri. Infeksi terjadi karena hubungan langsung yang erat antara orang-orang sehat dengan para penderita, misalnya di panti asuhan, tempat perawatan orang tua, dan di dalam keluarga.

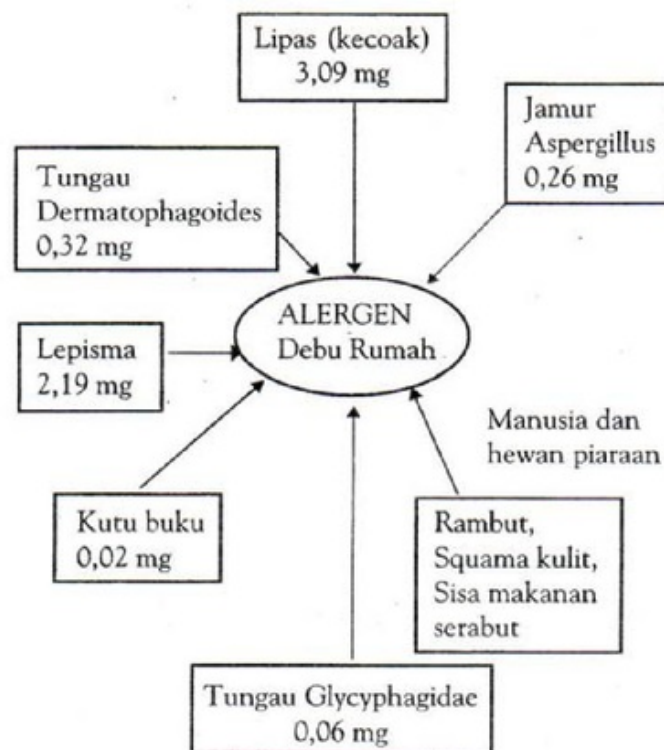
Tungau *Demodex* seringkali hidup pada folikel rambut dan kelenjar minyak terutama di sekitar hidung, kelopak mata, dan di kulit kepala bagian depan. Dermatitis karena tungau tersebut pada kulit penderita akan tampak suatu benjolan, komedo, dan pembesaran folikel rambut.

Alergi. Penyakit alergi (atopi) ditimbulkan oleh sebuah alergen atau bahan kimia yang menyebabkan reaksi alergi di dalam tubuh. Alergen dapat masuk ke dalam tubuh penderita melalui saluran pernapasannya. Oleh sebab itu, alergen disebut alergen-inhalan seperti pada mikotoksin jamur dan alergen tungau debu. Alergen yang terutama di dalam debu rumah adalah yang berasal dari kehidupan Arthropoda meskipun dapat juga berasal dari sumber lain. Perhatikan Gambar 5.2 yang menggambarkan sumber bahan alergen di dalam debu rumah per satu gram debu rumah.

Melalui Gambar 5.2 tersebut, sumber alergen di dalam satu gram debu lebih banyak berasal dari lipas *Periplaneta* dan *Blattella*. Namun, berdasarkan penelitian di laboratorium, sumber alergen yang sangat reaktif membangkitkan reaksi alergi di dalam tubuh penderita adalah bahan yang dikeluarkan oleh *Dermatophagoides*.

Penelitian itu melibatkan sumber alergen dari lima komponen biotik yang ada di dalam debu, yaitu jamur *Aspergillus*, lipas *Periplaneta*, kutu *Cheyletus*, kutu buku *Liposcelis*, dan tungau *Dermatophagoides*.





Sumber: dimodifikasi dari Bronswijk (1981).

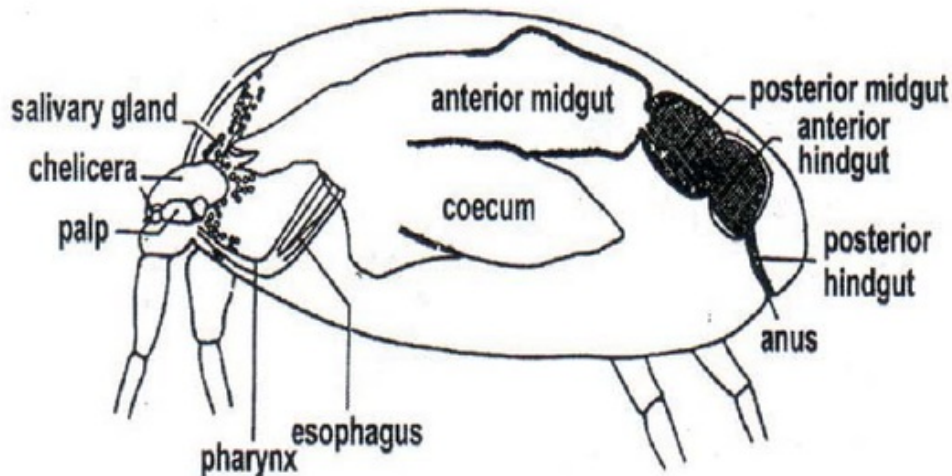
Gambar 5.2 Sumber Bahan Alergen di dalam Satu Gram Debu Rumah

Penelitian mencari bahan-bahan komponen biotik yang paling efektif merangsang timbulnya reaksi alergi di dalam tubuh seseorang, adalah tungau *Dermatophagoides* 0.32 mg, lipas *Periplaneta* 3.09 mg, kutu buku *Lepisma* 2.19 mg, jamur *Aspergillus* 0.26 mg, tungau *Glycyphagidae* 0.06 mg, kutu buku *Liposcelis* 0.02 mg, dan dari manusia serta hewan.

Hasil penelitian itu membuktikan bahwa *Dermatophagoides* sangat reaktif membangkitkan reaksi alergi di dalam tubuh penderita bila dibandingkan dengan komponen biotik yang lain di dalam debu. Oleh sebab itu, jenis tungau yang paling penting adalah *Dermatophagoides*.

Bagaimanakah tungau dapat mengeluarkan alergen? Alergen adalah sejenis glikoprotein yang dapat menjadi antigen atau bahan asing yang harus di lawan oleh tubuh. Keberadaannya di dalam tubuh seseorang harus dikeluarkan. Pada tungau itu, semua bagian tubuhnya sangat potensial menjadi bahan alergen.

Secara anatomi, organ tubuh tungau yang memproduksi alergen adalah saluran pencernaan. Saluran pencernaan itu disebut *gut*. Bagian dari gut pada tungau yang menjadi pusat pembuatan alergen adalah *midgut posterior* dan *hindgut anterior* (lihat Gambar 5.3).



Keterangan: Bagian yang diblok hitam adalah bagian gut yang memproduksi glikoprotein yang bersifat alergen.

Sumber: Bronswijk (1981).

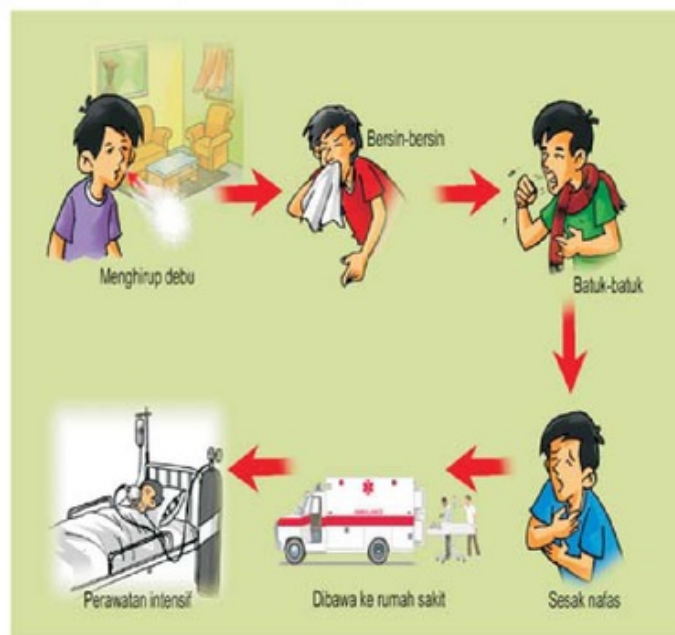
**Gambar 5.3 Saluran Pencernaan Tungau
*Dermatophagoides***

Hasil pencernaan makanan yang dikelola di dalam saluran pencernaan atau gut menghasilkan feces atau kotoran yang otomatis mengandung bahan alergen. Selain itu, bahan alergen dapat juga berasal dari seluruh tubuh tungau apabila tungau itu menginjak-injak sendiri fecesnya. Bahan alergen di dalam debu dari sumber tungau menjadi bertambah banyak kalau tungau itu mati. Pada tungau yang mati, organ-organ tubuhnya akan hancur terpotong-potong oleh bakteri. Potongan-potongan organ tubuh tungau ini dapat mengandung alergen dan selanjutnya menjadi sumber alergen di dalam debu rumah.

Alergen itu dapat masuk ke dalam tubuh bersama debu rumah melalui saluran pernapasan. Bila terjadi kontak maka tubuh seolah-olah bereaksi dengan berusaha mengeluarkan alergen dari

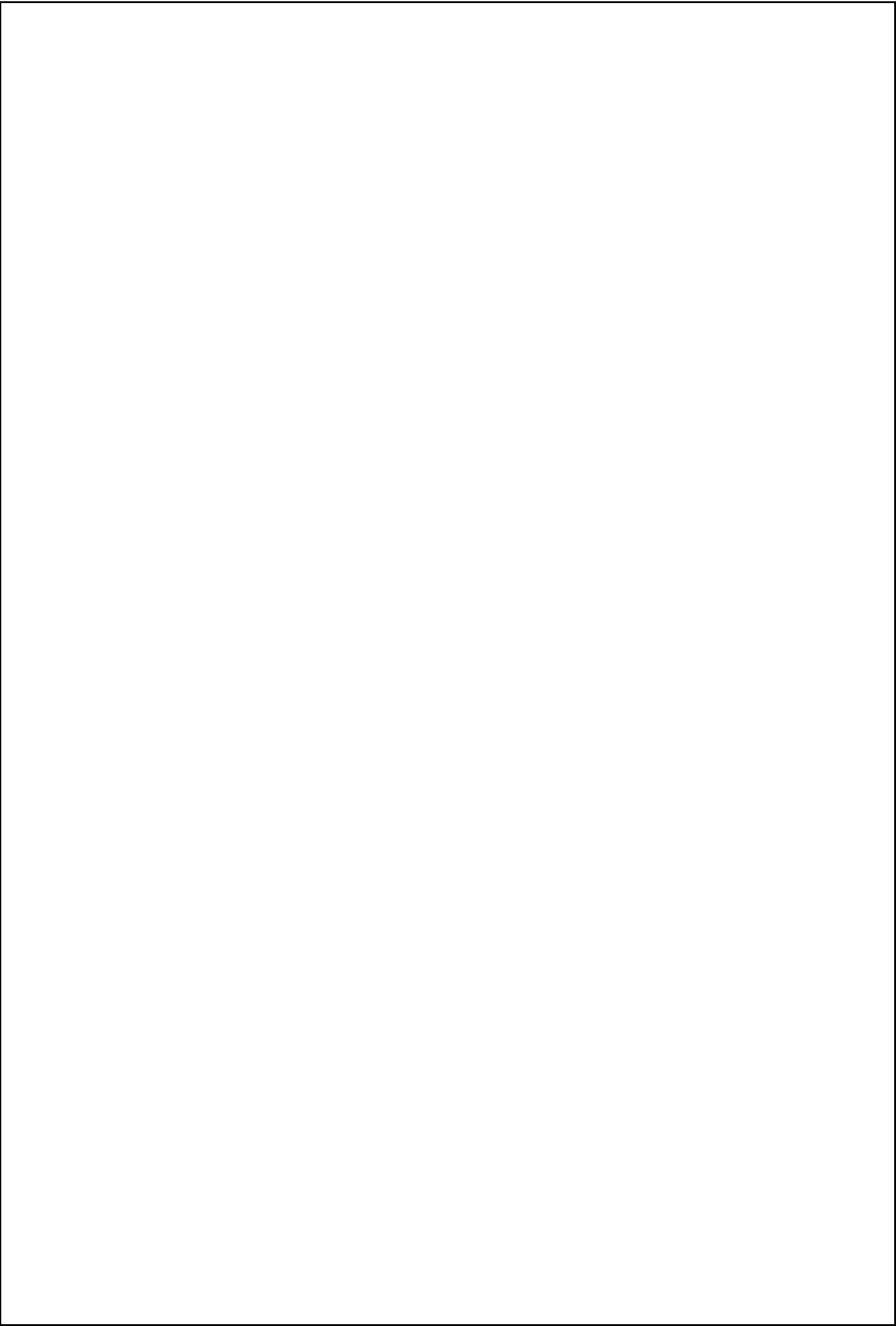


dalam tubuh. Pada waktu yang bersamaan, akan diikuti dengan keluarnya cairan atau lendir yang mengisi dan mengalir dari rongga sinus serta hidung. Timbulah gejala-gejala seperti hidung tersumbat, mengeluarkan lendir, bersin-bersin, serta mata terasa gatal dan berair (Gambar 5.4), apabila pengidap tidak tahan maka pada keadaan tertentu harus di bawa ke rumah sakit, misalnya sulit bernapas atau keluarnya lendir yang berlebihan. Gejala-gejala itu dapat dikurangi atau dihindari dengan menghindari pajanan alergen inhalan debu rumah. Penyakit itu seringkali disebut dengan penyakit pernapasan atopi.



Sumber: Dokumentasi pribadi (2012).

Gambar 5.4 Gejala dan Akibat Terpajan Alergen Inhalan Debu Rumah





BAB 6

MENGURANGI POPULASI TUNGAU DEBU RUMAH

Melalui penjelasan pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa debu di dalam rumah sangat berbahaya bagi kesehatan. Padahal, setiap saat di dalam rumah, manusia selalu kontak dengan debu rumah baik disengaja maupun tidak.

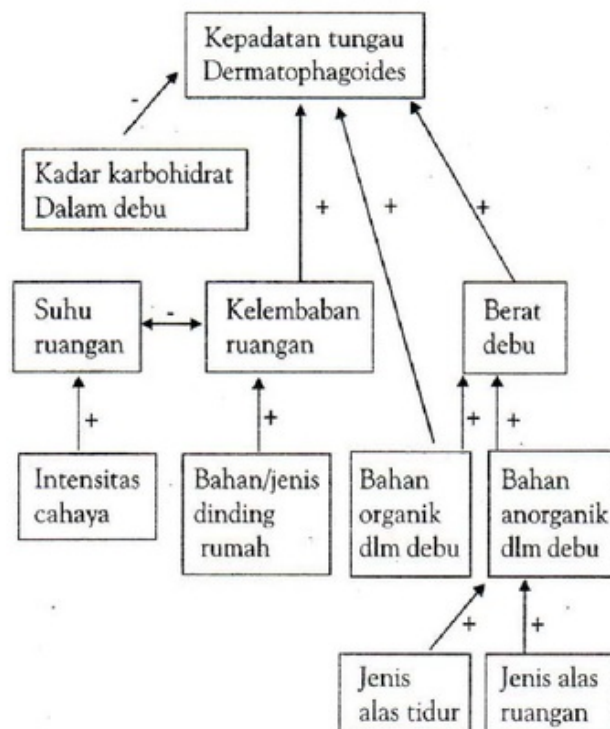
Sebagai tindakan pencegahan untuk menghindari berbagai penyakit yang bersumber dari debu rumah, maka perlu upaya menghindari debu rumah. Upaya yang perlu dilakukan adalah; pertama, menekan atau mengurangi tumbuh-kembang tungau debu *Dermatophagoides* dan mengurangi akumulasi debu di dalam rumah. *Kedua*, memperbaiki cara penanganan debu di dalam rumah.

A. Mengurangi Populasi Tungau *Dermatophagoides*

Penelitian yang telah dilakukan di Surabaya terhadap penderita alergi yang positif terhadap tungau *Dermatophagoides* memberikan hasil seperti pada Gambar 6.1. Gambar itu mengilustrasikan proses saling keterkaitan dan dukungan antara

faktor-faktor fisik, kimia, dan biologis yang ada di dalam rumah dalam mempengaruhi kehidupan tungau debu.

Pada mulanya, komponen lingkungan rumah yang diteliti sejumlah 23 komponen, tetapi setelah dilakukan analisis faktor maka sejumlah komponen yang perlu diperhatikan untuk mengendalikan kehidupan tungau tinggal 12 komponen lingkungan rumah. Sedangkan komponen lingkungan yang lain tersisih karena pengaruhnya tidak efektif dalam mengurangi kepadatan tungau *Dermatophagoides* di dalam debu rumah.



Sumber: Rofieq (1997)

Gambar 6.1 Hubungan Antar Komponen Lingkungan untuk Mengurangi Kepadatan *Dermatophagoides*

Melalui Gambar 6.1, supaya terbebas dari bahaya tungau debu *Dermatophagoides* dan bahaya allergen debu rumah maka dilakukan dengan cara mengurangi kepadatan tungau debu rumah. Misalnya, mengurangi kepadatan tungau debu dengan cara mengurangi berat debu di dalam rumah karena berat debu berpengaruh positif terhadap kepadatan tungau. Berarti semakin berat atau banyak debu di dalam rumah, tungau di dalam debu

akan bertambah kepadatannya. Cara mengurangi berat debu adalah memperhatikan alas ruangan dan alas tidur. Hindarilah alas ruangan dari karpet dan alas tidur dari kapas atau kapuk. Hasil penelitian membuktikan bahwa alas-alas tersebut memberi kontribusi yang positif terhadap berat debu di dalam rumah.

Upaya yang lain untuk menekan kepadatan tungau adalah mengendalikan kelembaban ruangan. Melalui Gambar 6.1 dapat diketahui bahwa kelembaban ruangan yang tinggi di dalam rumah memberikan kesempatan kepada tungau untuk tumbuh-kembang dengan baik. Berarti upaya yang dapat dilakukan adalah mengurangi kelembaban ruangan di dalam rumah. Caranya meningkatkan intensitas cahaya yang masuk ke dalam rumah dengan tujuan dapat meningkatkan suhu ruangan. Meningkatnya suhu tersebut dapat mengurangi tingginya kelembaban ruangan.

Intensitas cahaya dapat ditingkatkan masuk ke dalam rumah dengan cara memperbanyak atau memperluas ventilasi dan jendela. Kelembaban ruangan juga dipengaruhi oleh dinding rumah. Hasil penelitian membuktikan bahwa dinding rumah yang basah karena resapan air tanah dapat meningkatkan kelembaban ruangan.

B. Cara Menghindari Debu Rumah

Di negara Indonesia, panduan tentang cara-cara pengelolaan sanitasi debu di dalam rumah belum memasyarakat. Di negara-negara maju yang penduduknya sebagian besar memiliki kemampuan ekonomi yang sudah mapan, berbagai upaya untuk mengelola debu sudah menjadi hal yang biasa.

Sebenarnya, di rumah-rumah sakit negara Indonesia, bisa diperoleh informasi tentang cara membersihkan debu rumah. Tetapi hanya rumah sakit tertentu yang mengeluarkan atau mencetak pedoman atau petunjuk khusus, contohnya adalah RSUD Dr. Soetomo Surabaya. Berikut ini dijelaskan cara menghindari debu rumah dalam panduan informasi dari UPF T.H.T RSUD Dr. Soetomo. Cara-caranya sebagai berikut.



1. Buatlah rumah berdinding tembok. Dinding dari kayu, bambu, dan karpet dapat menjadi tempat mengumpulnya debu.
2. Rumah bebas alergen bukan rumah ber-AC tetapi rumah dengan ventilasi yang baik sehingga udara dan sinar matahari dapat masuk ke dalam rumah.
3. Hindari perabot (interior) rumah berukir. Perabot berukir dapat menjadi tempat mengumpulnya debu.
4. Upayakan memilih perabot tak berukir serta menempatkan boneka dan buku di dalam almari kaca tertutup.
5. Pilihlah alas tidur dari bahan busa, pegas atau spring bed. Hindari bahan alas tidur dari kapas/kapuk, karena bahan ini menjadi tempat yang baik bagi debu, tungau dan jamur.
6. Hindari penggunaan karpet, sofa beralas kain tebal, dan gorden. Bahan-bahan itu dapat menjadi tempat mengumpulnya debu, tungau, dan jamur.
7. Jangan banyak menggantung pakaian dan membiarkan gorden sebagai penahan ventilasi.
8. Lantai rumah tidak perlu menggunakan karpet.
9. Sumber makanan tungau dan jamur adalah serpihan kulit akibat kegiatan garuk-garuk penghuni rumah dan hewan piaraan, serta serpihan makanan yang terjatuh. Hindari mengkonsumsi makanan diatas karpet dan memelihara hewan berbulu di dalam rumah.
10. Buatlah kandang untuk hewan piaraan dan tempatkan di luar rumah. Tempatkan juga tumbuhan berbunga di luar rumah.





BAB 7

MENGURANGI KADAR ALERGEN INHALAN DEBU RUMAH BERBASIS LINGKUNGAN HIDUP

Tindakan pencegahan terhadap penyakit pernapasan atau sesak napas atopi dapat dilakukan dengan mengurangi kadar alergen di dalam debu rumah. Berbagai cara memang dapat dilakukan untuk pencegahan antara lain dengan menekan seminimal mungkin kepadatan tungau *Dermatophagoides pteronissinus* (Der-p) dan dengan mengurangi kadar alergen inhalan debu. Selain itu dalam tindakan medis, dikenal dengan upaya pengobatan yaitu dengan mengkonsumsi obat-obat antihistamin tertentu sebagai dasar untuk mengurangi atau menyembuhkan penyakit pernapasan atopi.

Metode pengurangan kadar alergen inhalan yang pernah dilakukan adalah melalui pendekatan lingkungan hidup dalam rumah penduduk baik di perkotaan maupun pedesaan. Pada dasarnya pendekatan lingkungan hidup adalah pendekatan ekologis, yaitu memanfaatkan komponen abiotik, biotik, dan sosio budaya penghuni rumah. Pendekatan lingkungan hidup memandang secara komprehensif bahwa alergen inhalan debu adalah salah satu komponen kimia lingkungan rumah. Alergen adalah satu komponen bagian dari sistem rumah yang kompleks

yang saling berinteraksi antara komponen satu dengan lainnya. Melalui pendekatan ini maka alergen inhalan debu rumah dapat dikurangi kadarnya di dalam debu dengan cara mengelola atau memanipulasi komponen-komponen lingkungan yang lain.

Mengurangi kadar alergen inhalan debu rumah, secara teoritis dapat dilakukan dengan memanipulasi tujuh komponen lingkungan hidup dalam rumah. Komponen lingkungan hidup yang digunakan pada pendekatan itu adalah: pendidikan-ekonomi, kemampuan pengelolaan debu rumah, sarana prasarana rumah, ciri penghuni, lingkungan fisik rumah, lingkungan kimia debu dan lingkungan biotik rumah. Masing-masing komponen memiliki indikator-indikator yang dapat digunakan untuk mengukur dan mengungkap keadaan komponen lingkungan hidup (Gambar 7.1).

Berdasarkan Gambar 7.1 bahwa untuk menekan atau mengurangi kadar alergen inhalan debu rumah harus diperhatikan lingkungan biotik debu rumah yang terdiri dari empat indikator lingkungan, yaitu jumlah tungau Der-p, total bakteri, total jamur dan jumlah serbuk sari. Apabila empat komponen biotik itu dapat ditekan pertumbuhan atau populasinya maka kadar alergen dalam debu dapat dikurangi atau ditekan seminimal mungkin. Debu dalam keadaan minim alergen inhalan diperkirakan tidak akan menjadi masalah bagi seseorang pengidap pernapasan atopi untuk terjangkit penyakit pernapasan atopi.

Mengurangi kuantitas lingkungan biotik debu dapat dilakukan dengan memperhatikan komponen lingkungan hidup rumah yang lain. Terdapat tiga komponen yang secara teoritis dapat dijadikan sebagai ukuran untuk menurunkan sumber biotik debu rumah, yaitu: lingkungan fisik rumah, lingkungan kimia debu dan ciri penghuni rumah. Ketiga komponen itu harus saling berinteraksi dan bekerjasama untuk mengendalikan populasi komponen biotik debu rumah supaya debu rumah tidak banyak mengandung alergen inhalan atau tidak akan menimbulkan reaksi atopi bagi seseorang yang terhirup bersama udara napas.

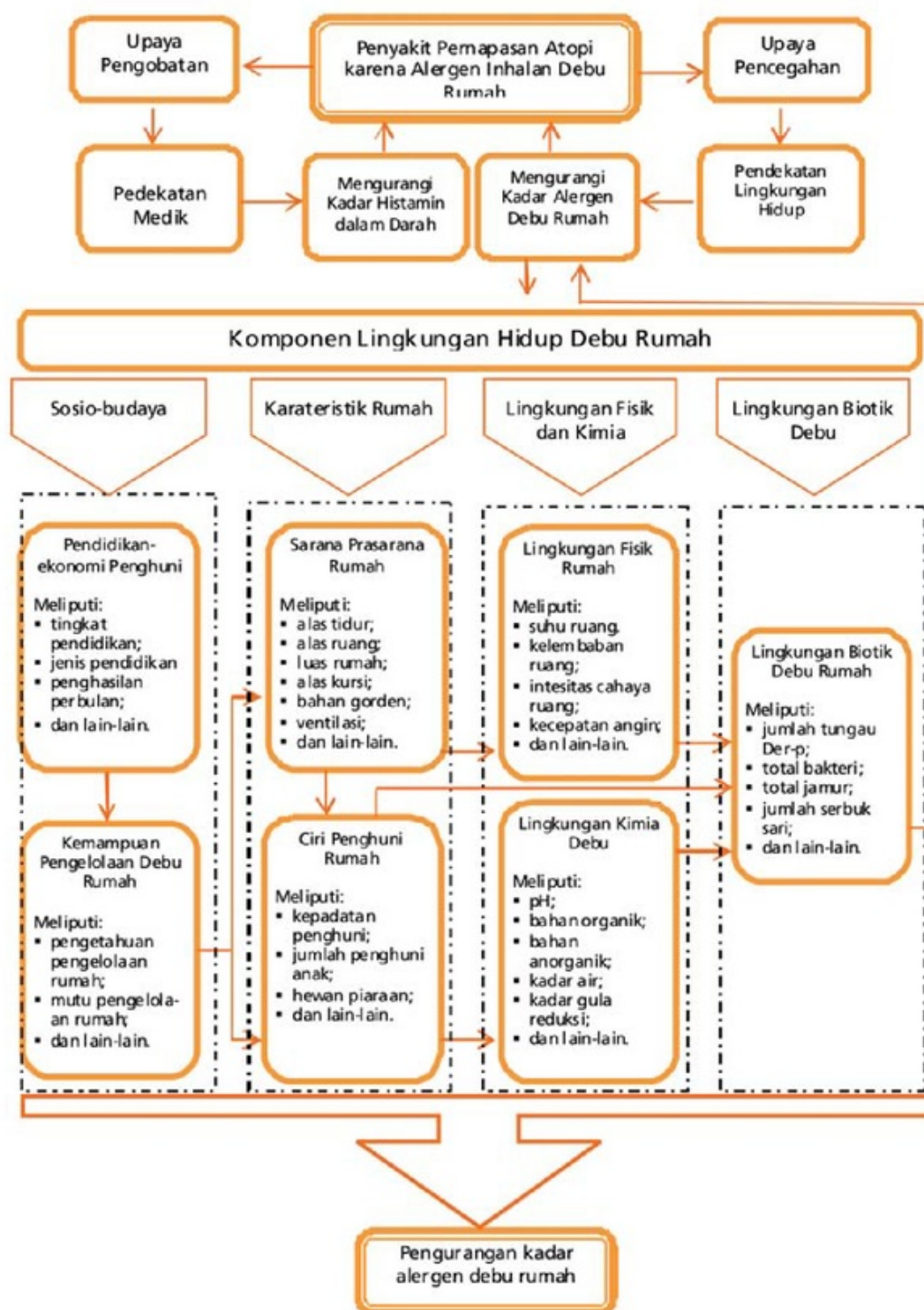


Ketiga komponen itu dapat saling berinteraksi karena masing-masing komponen memiliki indikator terukur. Lingkungan fisik rumah, indikator yang harus diperhatikan supaya dapat menekan lingkungan biotik adalah: suhu ruang, kelembaban ruang, intensitas cahaya ruang, dan kecepatan angin. Sedangkan indikator terukur yang ada pada lingkungan kimia debu rumah adalah: pH debu, bahan organik, bahan anorganik, kadar air debu dan kadar gula debu. Indikator terukur yang ada pada faktor ciri penghuni rumah yang harus diperhatikan adalah: kepadatan penghuni rumah, jumlah penghuni kategori anak-anak usia 12 tahun, hewan piaraan, dan tumbuhan di dalam rumah.

Komponen lingkungan berikutnya akan saling berinteraksi seperti pada skema Gambar 7.1. Supaya lingkungan fisik rumah dapat dikendalikan maka setiap penghuni rumah harus memperhatikan sarana prasarana rumah. Supaya lingkungan kimia debu rumah dapat dikendalikan maka ciri penghuni rumah harus juga diperhatikan persyaratannya. Selanjutnya sarana dan prasarana rumah dan ciri penghuni rumah sangat tergantung pada kemampuan pengelolaan debu rumah dan pendidikan-ekonomi penghuni rumah.

Hasil penelitian pada wilayah perkotaan dan pedesaan ternyata saling interaksi seperti yang diskemakan pada Gambar 7.1 tidak semuanya tepat. Hasil penelitian di perkotaan menyimpulkan bahwa ada hubungan multidimensional antara komponen lingkungan hidup: komponen pendidikan-ekonomi, kemampuan pengelolaan debu, sarana prasarana rumah, lingkungan fisik rumah, ciri penghuni rumah, kimia debu dan biotik debu dengan kadar bahan alergen inhalan debu rumah penduduk perkotaan. Hubungan itu dapat dinyatakan sebagai jalur hubungan atau pengaruh, baik langsung atau tidak langsung. Pengaruh langsung terbentuk karena hubungan satu jalur antar dua komponen sedangkan pengaruh tidak langsung terbentuk karena hubungan lebih dari satu jalur antar komponen dengan kadar alergen inhalan debu rumah.





Gambar 7.1 Kerangka Berpikir Pengurangan Kadar Alergen Inhalan dalam Debu Rumah Penduduk Perkotaan Pedesaan

Hasil penelitian di pedesaan mengambil keputusan untuk mengeluarkan dua komponen lingkungan hidup, yaitu: pendidikan-ekonomi dan variabel lingkungan fisik. Kedua komponen itu tidak mempunyai hubungan langsung dengan sesama komponen dan tidak juga punya hubungan tidak langsung dengan kadar bahan alergen inhalan debu. Atas dasar keputusan itu maka penelitian yang telah dilakukan menyatakan, bahwa dengan tidak memperhatikan dua komponen itu maka penelitian tetap menyatakan ada hubungan multidimensional antara variabel kemampuan pengelolaan debu, sarana-prasarana rumah, ciri penghuni rumah, lingkungan kimia debu dan biotik debu dengan kadar alergen inhalan debu rumah penduduk pedesaan.

Secara umum ada perbedaan antara model pengurangan alergen inhalan debu rumah perkotaan dan pedesaan. Model perkotaan tersusun oleh delapan komponen lingkungan hidup rumah sedangkan model pedesaan tersusun oleh enam komponen. Perbedaan ini mengimplikasikan derajat kompleksitas interaksi komponen-komponen lingkungan hidup di dalam rumah penduduk wilayah perkotaan yang berbeda dengan wilayah pedesaan. Kompleksitas interaksi dan saling ketergantungan antar komponen lingkungan dapat menggambarkan keragaman aktivitas makhluk hidup atau populasi dalam lingkungannya. Oleh sebab itu wilayah perkotaan memiliki kompleksitas lebih tinggi daripada pedesaan karena memiliki lebih banyak komponen lingkungan yang saling berinteraksi.

Komponen lingkungan hidup pada Gambar 7.1 memiliki indikator-indikator sedangkan kompleksitas interaksi antar komponen terbentuk oleh jalur-jalur hubungan langsung dan hubungan tidak langsung. Disusun seperti secara teoritis karena kenyataan di dalam lingkungan rumah tidak semua interaksi, pengaruh, atau hubungan mempunyai makna yang sama. Karena ada interaksi yang penting, ada yang sedang dan ada yang kurang atau tidak penting sama sekali, untuk itu diperlukan beberapa cara pendekatan.

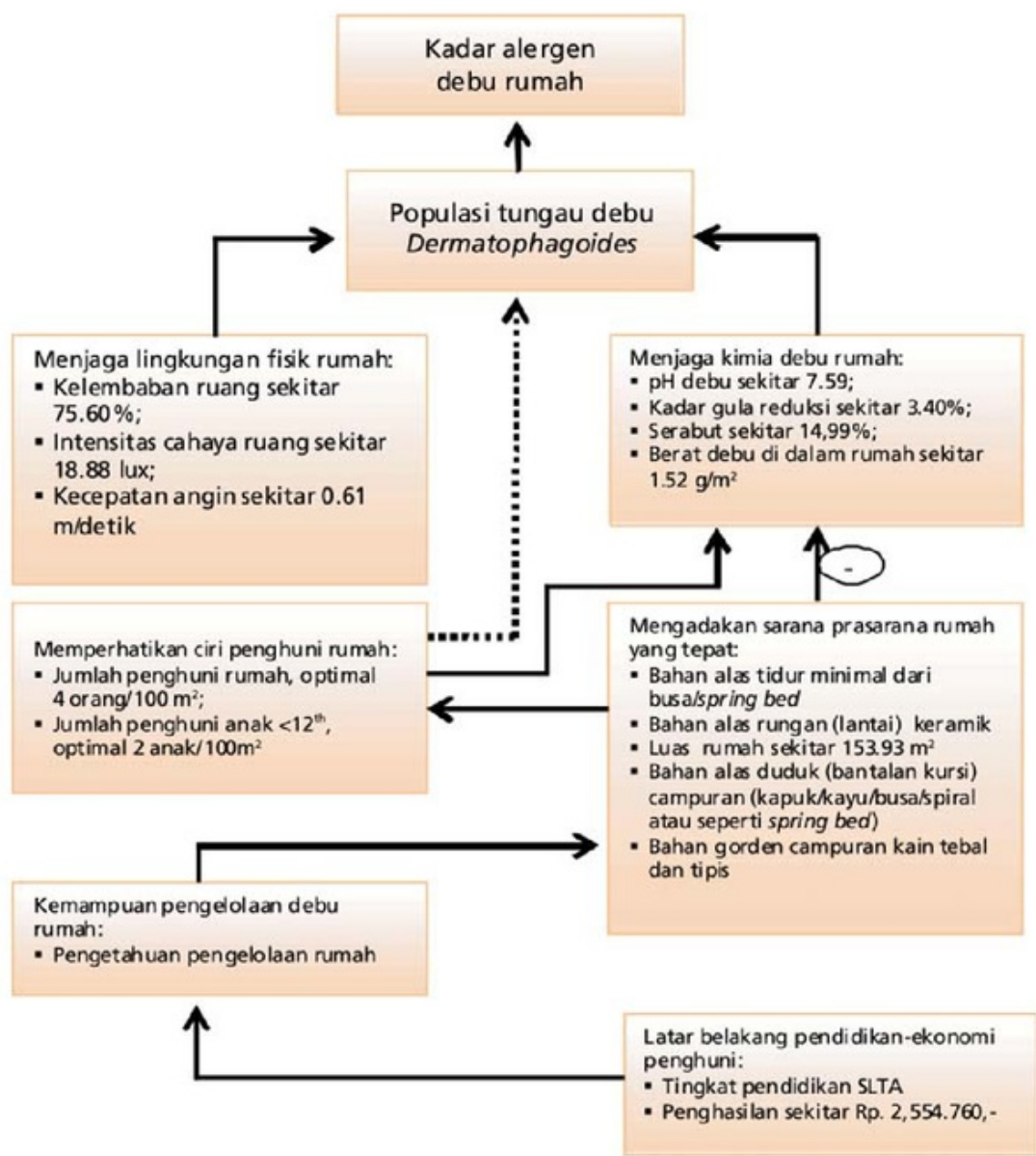


Terkait dengan upaya pengurangan kadar alergen inhalan debu rumah dan kompleksitas interaksi yang terjadi pada lingkungan rumah perkotaan maka diperlukan cara-cara pengelolaan atau pendekatan yang lebih bervariasi dan rumit daripada wilayah pedesaan. Berdasarkan 7.1 dapat disusun pendekatan atau cara mengurangi kadar alergen debu rumah berdasarkan hubungan komponen lingkungan hidup rumah. Berdasarkan pada Gambar 7.1 itu pula dapat disusun cara pengurangan alergen inhalan debu rumah perkotaan dan pedesaan berbasis pendekatan lingkungan hidup, caranya diatur dalam alur kegiatan pada Gambar 7.2 untuk perkotaan dan 7.3 untuk pedesaan.

Model pada Gambar 7.2 dan 7.3 merupakan model pengurangan kadar alergen debu rumah berbasis pada upaya mandiri masyarakat. Melalui model itu masyarakat dapat mengurangi kadar alergen dalam debu rumah dan sekaligus mengurangi secara mandiri paparan terhadap alergen inhalan. Apabila masyarakat sudah dapat mengedalikan komponen-komponen lingkungan hidup maka upaya yang mereka lakukan merupakan tindakan pencegahan terhadap penyakit seperti penyakit saluran napas atopi, seperti: rhinitis alergi, asma alergi dan batuk alergi. Apabila kegiatan itu dilakukan oleh masyarakat dalam jangka panjang, akan dapat menjadi usaha mandiri masyarakat untuk melakukan pencegahan terhadap berbagai penyakit tanpa pengobatan atau tindakan medis.

Berdasarkan Gambar 7.2, seorang penduduk perkotaan yang sensitif terhadap alergen inhalan debu rumah dapat melakukan upaya pencegahan sendiri supaya tidak mengidap penyakit pernapasan atopi. Upaya-upaya pencegahan yang dapat dilakukan dengan cara memanipulasi atau mengelola komponen lingkungan hidup dalam rumah sehingga dapat menurunkan serendah mungkin kadar alergen inhalan debu rumah. Rendahnya kadar alergen inhalan di dalam debu dapat menjadi inspirasi bagi komponen lain lingkungan supaya tidak mengandung alergen inhalan. Cara utamanya adalah menekan jumlah atau populasi tungau Der-p supaya tidak melebihi 176.16 ekor/g debu untuk diperkotaan dan 71.57 ekor/g debu untuk di pedesaan.





Keterangan: —————> : pengaruh langsung
.....> : pengaruh tidak langsung

Gambar 7.2 Alur Kegiatan Pengurangan Kadar Alergen Inhalan Debu Rumah Berbasis Lingkungan Rumah Perkotaan

Berdasarkan Gambar 7.2, untuk mengurangi kadar alergen inhalan debu juga dapat dilakukan dengan memperhatikan ciri penghuni rumah. Komponen Ciri penghuni rumah meliputi dua indikator, yaitu jumlah penghuni rumah sekitar 4 orang/100 m² dan jumlah penghuni anak ≤12 tahun sekitar 2 anak/100 m².

Semakin banyak penghuni rumah dapat memicu tingginya kadar alergen, beberapa faktor yang menjadi penyebab adalah: kegiatan atau aktivitas keseharian para penghuni rumah seperti: garuk-garuk, makan atau minum sambil bermain pada anak, serabut kain yang terjatuh dari pakaian, dan lain-lain. Garu-garuk menyebabkan *squama* kulit mengelupas dan jatuh ke lantai, kasur dan tempat lain kemudian bercampur dengan debu rumah. *Squama* kulit banyak mengandung protein dan lemak yang dapat menjadi bahan makanan tungau untuk tumbuh-kembang di dalam debu rumah. Demikian juga dengan sisa makanan yang terjatuh ke lantai atau tempat lain di dalam rumah akan dapat menjadi sumber makanan bagi tungau.

Pengendalian jumlah tungau Der-p di dalam debu rumah tergantung pada mutu lingkungan fisik dan kimia debu rumah. Kedua komponen lingkungan itu harus bekerjasama atau berinteraksi sehingga jumlah tungau dapat ditekan sekecil mungkin. Cara pertama yang dapat dilakukan adalah mengelola tiga indikator lingkungan fisik rumah, yaitu: kelembaban ruang, intensitas cahaya, dan kecepatan angin. Kelembaban harus dijaga maksimal 75.60%, intensitas cahaya ruang sekitar 18.89 lux, dan kecepatan angin yang masuk kedalam rumah sekitar 0.61 m/detik. Secara sederhana dapat dinyatakan bahwa ketiga komponen itu saling berinteraksi sehingga dalam interkasinya mempengaruhi mutu lingkungan fisik rumah. Sehingga untuk mempertahankan mutu lingkungan fisik yang dapat mengendalikan populasi tungau Der-p, cukup dengan memperhatikan interaksi tiga komponen lingkungan itu.

Cara kedua yang dapat dilakukan adalah mengelola empat indikator lingkungan kimia debu rumah, yaitu: pH debu, kadar gula debu, serabut, dan berat debu. Keempat indikator itu harus dijaga dan dipertahankan saling interaksinya sehingga menjaga mutu lingkungan kimia debu supaya dapat menekan populasi tungau Der-p. Persyaratan lingkungan kimia debu supaya saling interaksi, yaitu: pH debu sekitar 7.59, kadar gula reduksi sekitar 3.4%, serabut sekitar 14.99% dan berat debu di dalam rumah sekitar 1.52 g/m².



Upaya supaya lingkungan kimia debu rumah terjaga dengan baik dapat dilakukan dengan menjaga mutu komponen pengadaan sarana-prasarana rumah dan memperhatikan ciri penghuni rumah. Berdasarkan hasil penelitian, harus dipertahankan dua ciri penghuni rumah, yaitu: jumlah penghuni rumah sekitar 4 orang/100 m² dan jumlah penghuni anak \leq 12 tahun sekitar 2 anak/100 m². Sedangkan pengadaan sarana-prasarana rumah yang perlu diperhatikan untuk menjaga mutu komponen kimia debu, yaitu: bahan alas tidur, bahan alas lantai, luas rumah, bahan alas duduk, dan bahan gorden.

Terdapat beberapa persyaratan yang harus dipenuhi supaya pengadaan sarana prasarana rumah dapat menjaga mutu indikator kimia debu rumah. Persyaratannya adalah: bahan alas tidur minimal dari busa atau pegas atau spring bed, bahan alas ruangan atau lantai berasal dari keramik, luas rumah sekitar 153,93 m², alas duduk terbuat dari bahan campuran kapuk/kayu/busa/pegas, dan bahan gorden juga campuran dari bahan kain tebal dan tipis.

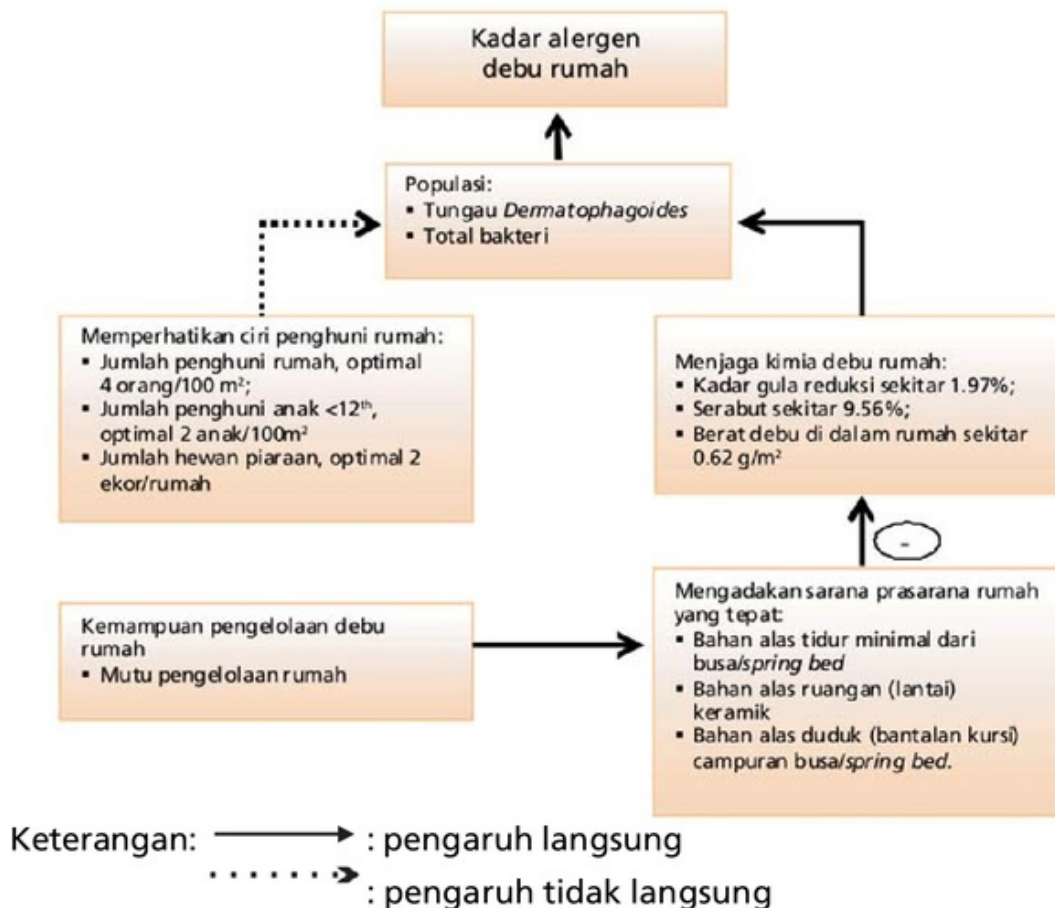
Supaya sarana-prasarana rumah dapat dipenuhi seperti ciri-ciri yang telah disebutkan, maka diperlukan kemampuan pengelolaan debu rumah yang tepat. Untuk di perkotaan, kemampuan pengelolaan debu rumah hanya membutuhkan dasar yang baik perihal pengetahuan pengelolaan debu rumah. Dasar pengetahuan yang baik tentang debu rumah dapat dicapai apabila penghuni rumah memiliki mutu pendidikan-ekonomi yang cukup, yaitu: tingkat pendidikan minimal SLTA dan penghasilan perbulan sekitar Rp. 2.554.760,-

Temuan model untuk wilayah pedesaan (Gambar 7.3), secara praktis dapat dinarasikan sebagai berikut. Seorang penduduk pedesaan, khususnya yang sensitif terhadap alergen inhalan debu rumah dapat melakukan upaya pencegahan mandiri supaya tidak mengidap atau menghindari penyakit pernafasan atopi. Upaya pencegahannya sama dengan di perkotaan, yaitu memanipulasi atau mengelola komponen lingkungan hidup dalam rumah sehingga dapat menurunkan serendah mungkin kadar alergen inhalan debu rumah. Perbedaannya terletak pada jenis indikator dan komponen lingkungan hidup yang berinteraksi. Rendahnya kadar alergen inhalan di dalam debu rumah wilayah pedesaan



dapat menjadi inspirasi bagi komponen lain lingkungan hidup supaya tidak mengandung alergen inhalan. Cara utamanya adalah menekan jumlah atau populasi tungau Der-p supaya tidak melebihi 71.57 ekor/g debu rumah dan total serbuk sari supaya tidak melebihi 186.29 butir/g

Guna mengurangi kadar alergen inhalan debu dapat pula dilakukan dengan memperhatikan ciri penghuni rumah. Komponen ciri penghuni rumah meliputi tiga indikator, yaitu jumlah penghuni rumah sekitar 7 orang/100 m², jumlah penghuni anak ≤ 12 tahun sekitar 2 anak/100 m², dan jumlah hewan piaraan sekitar 2 ekor/rumah. Pada wilayah pedesaan, terdapat tambahan indikator valid untuk variabel ciri penghuni rumah, yaitu terdapatnya binatang piaraan di dalam rumah. Binatang piaraan yang dimaksudkan di dalam tulisan ini adalah hewan piaraan berbulu atau berambut.



Gambar 7.3 Alur Kegiatan Pengurangan Kadar Alergen Inhalan Debu Rumah Berbasis Lingkungan Rumah Pedesaan

Jumlah penghuni rumah dan hewan berbulu atau berambut dapat memicu tingginya kadar alergen, beberapa faktor yang menjadi penyebab adalah: kegiatan atau aktivitas keseharian para penghuni dan hewan piaraan di dalam rumah, seperti: garuk-garuk, sisa-sisa makan atau minum, serabut kain yang terjatuh dari pakaian, rambut atau bulu-bulu hewan piaraan yang terjatuh dalam debu dan lain-lain. Garuk-garuk menyebabkan *squama* kulit mengelupas dan jatuh ke lantai, kasur dan tempat lain kemudian bercampur dengan debu rumah. *Squama* kulit banyak mengandung protein dan lemak yang dapat menjadi bahan makanan tungau untuk tumbuh-kembang di dalam debu rumah. Demikian juga dengan sisa makanan yang terjatuh ke lantai atau tempat lain di dalam rumah akan dapat menjadi sumber makanan bagi tungau. Rambut atau bulu hewan yang terjatuh ke dalam debu dapat bercampur dan menyatu dengan partikel-partikel debu sehingga dapat menjadi tempat perlindungan dan aktivitas bagi tungau.

6 Guna mengurangi populasi tungau Der-p dan total serbuk sari di dalam debu rumah wilayah pedesaan, dapat pula dilakukan dengan menjaga mutu lingkungan kimia debu rumah. Mengelola mutu lingkungan kimia debu rumah dengan cara memperhatikan tiga indikator, yaitu: kadar gula reduksi, kandungan serabut dalam debu, dan berat debu. Ketiga indikator itu harus dijaga dan dipertahankan saling interaksinya sehingga dapat menjaga mutu lingkungan kimia debu supaya dapat menekan populasi tungau Der-p dan total serbuk sari. Persyaratan indikator lingkungan kimia debu supaya bersinergi, adalah: kadar gula reduksi sekitar 1.87%, kandungan serabut sekitar 9.56%, dan berat debu di dalam rumah sekitar 0.62 g/m². Oleh karena itu, untuk mempertahankan mutu lingkungan kimia yang dapat mengendalikan populasi tungau Der-p dan total serbuk sari di dalam debu, cukup dengan memperhatikan interaksi tiga komponen itu (kadar gula reduksi, serabut, dan berat debu).

Upaya supaya lingkungan kimia debu rumah terjaga dengan baik dapat dilakukan dengan menjaga mutu komponen pengadaan sarana-prasarana rumah. Berdasarkan temuan model



(Gambar 7.3), indikator pengadaan sarana-prasarana rumah yang perlu diperhatikan untuk menjaga mutu komponen kimia debu, adalah: bahan alas tidur, bahan lantai rumah, dan bahan alas kursi.

Terdapat beberapa persyaratan yang harus dipenuhi supaya pengadaan sarana prasarana rumah pedesaan dapat menjaga mutu indikator lingkungan kimia debu rumah. Persyaratannya adalah: bahan alas tidur minimal dari busa atau pegas atau *spring bed*, bahan alas ruangan atau lantai minimal berasal dari keramik, dan alas kursi terbuat dari bahan busa atau pegas atau *spring bed*.

Supaya sarana-prasarana rumah dapat dipenuhi seperti ciri-ciri yang telah disebutkan, maka diperlukan kemampuan pengelolaan debu rumah yang tepat. Untuk di pedesaan, kemampuan pengelolaan debu hanya membutuhkan dasar yang baik perihal mutu pengelolaan rumah. Untuk di pedesaan, dasar pengelolaan debu rumah yang baik dapat dicapai secara lamiah meskipun tanpa memperhatikan karakteristik pendidikan-ekonomi seperti pada perkotaan.





BAB 8

GAMBARAN PENYAKIT PERNAPASAN ATOPI TERHADAP ALERGEN INHALAN DEBU RUMAH

A. Perkembangan Penyakit Pernapasan Atopi

Gangguan alergi itu sangat dipengaruhi faktor genetik, banyak faktor lingkungan yang berhubungan dengan insidensi sesak napas atopi. Hasil kajian terakhir di banyak negara berkembang, mengarahkan pada peran faktor-faktor lingkungan dalam ruangan, terutama rumah. Faktor-faktor risiko dalam tempat tinggal telah banyak dijelaskan meliputi kelembaban, berat debu, infestasi hama dan binatang peliharaan. Alergi tungau *Dermatophagoides* (Der-p) merupakan penyebab umum penyakit di kawasan seluruh dunia yang kondisi lingkungannya sangat bagus bagi perkembangbiakan tungau Der-p. Dari laporan riset lain sebelumnya juga memperlihatkan bahwa Der-p merupakan alergen yang prevalen di perkotaan dunia termasuk Taiwan.

Tingkat sensitivitas dan kadar IgE spesifik Der-p secara signifikan berbeda dalam kelompok usia yang berbeda di perkotaan dan pedalaman. Paparan berulang menjelaskan hubungan antara paparan pada alergen dan peningkatan pembentukan antibodi pada individu yang tersensitivitas. Dalam kajian ini, sebesar 49,7% pasien di kawasan pedalaman ternyata

peka terhadap Der-p. Tingkat sensitivitas positif ini relatif rendah bila dibandingkan dengan laporan sebelumnya yang memperlihatkan bahwa tingkat positif untuk Der-p sekitar 60 – 80% di kawasan pedalaman. Perbedaan hasil ini mungkin berhubungan dengan membaiknya status sosio-ekonomi dan standar pemeliharaan rumah selama dasa warsa yang lalu. Selain itu, ada perbedaan geografis yang menyolok dalam prevalensi dan tingkat IgE spesifik Der-p di perkotaan dan pedesaan.

Hasil penelitian di Taiwan menyimpulkan bahwa anak-anak yang tinggal di perkotaan memiliki prevalensi sensitivitas yang lebih tinggi terhadap tungau Der-p dibandingkan anak-anak yang tinggal di kawasan pedalaman Taiwan tengah. Beberapa kajian memperlihatkan bahwa proporsi anak-anak yang mengembangkan alergi Der-p lebih besar pada kawasan yang memiliki pajanan alergi Der-p lebih tinggi dibandingkan di kawasan yang pajanan alergi Der-p lebih rendah. Variasi regional pada tingkat alergen tungau kebanyakan tergantung pada perbedaan kelembaban relatif, suhu, gaya hidup, dan kondisi perumahan. Rata-rata kelembaban sehari-hari sepanjang tahun itu lebih tinggi di kawasan perkotaan dibanding pedalaman.

Ada bukti kuat yang menyatakan bahwa tingginya tingkat kelembaban di dalam ruangan berkaitan dengan meningkatnya insidensi Der-p di lingkungan itu, yaitu rerata curah hujan perbulan di perkotaan lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pedalaman Taiwan tengah (kisarannya 12-14 hari di perkotaan dan 4-5 hari di pedesaan). Kawasan perkotaan memiliki iklim yang sangat cocok bagi perkembangan tungau dengan rerata suhu bulanan yang berkisar dari 19,3°C pada bulan Februari (musim dingin) hingga 34°C pada bulan Juli (musim panas) dan kelembaban yang relatif tinggi yang berkisar dari 75% hingga 93%.

Karakteristik perumahan mempengaruhi kelembaban di dalam ruangan. Teknologi modern yang diaplikasikan dalam membangun rumah dan karakteristik jendela serta pintu lebih baru yang menghemat energi menghasilkan ventilasi alami yang tidak mencukupi dan terutama selama musim dingin di perkotaan bisa



memberikan kondisi yang cocok bagi perkembangbiakan tungau. Tempat tidur, kasur, selimut dan karpet dikenal sebagai sarang bagi tungau debu rumah.

Gaya hidup barat dan perkembangan ekonomi juga mempengaruhi terjadinya penyakit alergi. Semakin banyak digunakan selimut, perabot rumah tangga yang dilapisi sesuatu dan karpet di perkotaan. Selain itu, orang-orang yang tinggal di perkotaan menghabiskan lebih banyak waktu untuk ambil bagian dalam aktivitas di dalam ruangan seperti menonton televisi, dengan begitu telah meningkatkan pajanan alergen yang berbahaya bagi kesehatan termasuk Der-p.

Meningkatnya gaya hidup kota di Taipei telah mengurangi stimulasi mikrobial, sehingga meningkatnya risiko terkena sesak napas atopi. Telah dikemukakan bahwa pajanan pada lingkungan pertanian menyebabkan lebih tingginya tingkat pajanan endotoksi bakterial yang menghasilkan disregulasi imun dari keseimbangan *T helper-1/T helper-2*.

Kecoa telah dikenal berhubungan dengan asma sejak Bernton dan Brown pertama kali melaporkan tanggapan uji kulit positif terhadap alergen kecoa. Alergen kecoa ditemukan di seluruh sudut rumah, termasuk tempat tidur, perabot, dan karpet, kendati tingkat alergen tersebut paling tinggi di dapur. Terkait dengan gangguan alergi di kawasan perkotaan tempat yang biasanya higienisnya jelek dan kumuh, ternyata kecoa lebih signifikan dibandingkan tungau debu dalam melahirkan gangguan alergi.

Sensitivitas pada alergen kecoa ternyata sebesar 23 hingga 60% penduduk urban yang mengidap sesak napas atopik. Tingkat alergen kecoa yang relatif rendah dalam kajian ini mungkin merefleksikan membaiknya perawatan rumah atau praktik pengasuhan anak di pedesaan. Sirkulasi antibodi IgE melawan Der-p sangat lazim pada semua umur. Alergen kecoa juga berhubungan dengan sesak napas atopi yang sering kambuh di pedesaan. Mengindari alergen inhalan dalam ruangan seperti Der-p dan alergen kecoa merupakan komponen penting dalam perencanaan mengenai pengelolaan sesak napas atopi yang sering kambuh.



B. Gambaran Biokimia Reaksi Alergi pada Penderita Pernapasan Atopi

Alergi diartikan sebagai kerentanan abnormal terhadap bahan yang pada keadaan normal tidak menimbulkan reaksi apa-apa, pada umumnya dianggap tidak berbahaya. Keadaan ini disebut juga dengan istilah reaksi hipersensitivitas. Hipersensitivitas adalah suatu kondisi respon imun yang menimbulkan reaksi berlebihan atau reaksi tidak sesuai yang berbahaya. Pada seseorang yang sensitif, reaksi tersebut secara khas terjadi setelah kontak yang kedua dengan antigen spesifik (alergen). Kontak yang pertama kali merupakan kejadian yang diperlukan untuk menginduksi sensitivitas terhadap alergen tersebut.

Seorang yang mengalami alergi, misalnya terhadap debu rumah. Alergi ini menyebabkan pilek dan sesak napas yang disebut asma, kejadian ini dikenal secara medik disebut atopi. Atopi adalah suatu keadaan hipersensitivitas, yaitu meningkatnya kadar IgE di dalam tubuh penderita secara berlebihan hingga menyebabkan reaksi alergi. Penyakit atopi dapat diturunkan dari orang tua ke anak tanda-tandanya muncul saat remaja atau kanak-kanak (bayi, anak usia 2 atau 4 tahun), gejala lain sering dibarengi dengan alergi kulit seperti eksim. Dalam pemeriksaan laboratorium, tampak kelainan pada pemeriksaan darah dan ingus penderita serta tes kulit yang positif. Jadi seseorang yang mengidap sesak napas karena alergi disebut sesak napas atopi karena didalam tubuhnya terjadi reaksi hipersensitivitas.

Reaksi hipersensitivitas diklasifikasikan dalam empat jenis, yaitu: hipersensitivitas tipe I, II dan III yang diperantarai oleh antibodi dan tipe IV yang diperantarai oleh sel. Perbedaan mekanisme imun dan kerusakan jaringan yang diakibatkan dapat dilihat pada tabel 8.1.



Tabel 8.1 Mekanisme Imun dan Kerusakan Jaringan pada Empat Tipe Hipersensitivitas

1Jenis Hipersensitivitas	Mekanisme Imun Patologik	Mekanisme Kerusakan Jaringan dan Penyakit
Tipe I, Hipersensitivitas cepat	IgE	Mastosit dan mediatornya (amin vasoaktif, mediator lipid, dan sitokin)
Tipe II, Reaksi melalui antibodi IgM,	IgG terhadap permukaan sel atau matriks antigen ekstraseluler	Opsonisasi & fagositosis sel Pengerahan leukosit (neutrofil, makrofag) atas pengaruh komplemen dan FcR Kelainan fungsi seluler (misal dalam sinyal reseptor hormon)
Tipe III, Kompleks imun	Kompleks imun (antigen dlm sirkulasi dan IgM atau IgG)	Pengerahan dan aktivasi leukosit atas pengaruh komplemen dan Fc-R
Tipe IV, melalui sel T	1. CD4+ : DTH 2. CD8+ : CTL	1. Aktivasi makrofag, inflamasi atas pengaruh sitokin 2. Membunuh sel sasaran direk, inflamasi atas pengaruh sitokin

8 Reaksi tipe I disebut juga reaksi cepat atau reaksi anafilaksis atau reaksi alergi timbul segera setelah tubuh terpajan dengan alergen. Pada reaksi tipe I, alergen yang masuk ke dalam tubuh menimbulkan respon imun berupa produksi IgE dan penyakit alergi seperti rinitis alergi, sesak napas atopi, dan dermatitis atopi.

Reaksi tipe II atau reaksi sitotoksik, sitotoksik terjadi karena dibentuk antibodi jenis IgG atau IgM terhadap antigen yang merupakan bagian dari sel pejamu. Reaksi tipe III disebut juga reaksi kompleks imun, terjadi bila kompleks antigen-antibodi ditemukan dalam sirkulasi/pembuluh darah atau jaringan dan mengaktifkan komplemen. Reaksi hipersensitivitas tipe IV dibagi dalam DTH (*Delayed Type Hypersensitivity*) yang terjadi melalui sel CD4⁺ dan *T cell Mediated Cytolysis* yang terjadi melalui sel CD8⁺.



Reaksi alergi termasuk dalam reaksi hipersensitivitas tipe I. Reaksi tipe I terjadi pada jaringan dalam beberapa menit setelah antigen bergabung dengan antibodi IgE. Ini dapat terjadi sebagai anafilaksis sistemik (misalnya setelah pemberian protein heterolog) atau sebagai reaksi lokal, urutan kejadian reaksi tipe I adalah sebagai berikut:

1. Fase Sensitisasi, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk pembentukan IgE sampai diikatnya oleh reseptor spesifik (Fce-R) pada permukaan mastosit dan sel basofil.
2. Fase Aktivasi, yaitu waktu yang diperlukan antara pajanan ulang dengan antigen yang spesifik dan mastosit melepas isinya yang berisikan granul yang menimbulkan reaksi.
3. Fase Efektor, yaitu waktu terjadi respons yang kompleks (anafilaksis) sebagai efek mediator-mediator yang dilepas mastosit (mastosit) dengan aktivitas farmakologik.

Mekanisme alergi, dapat dijelaskan sebagai berikut. Secara imunologis, alergen masuk ke sirkulasi dan disebarkan ke seluruh tubuh. Untuk mencegah respon imun terhadap semua alergen, diperlukan respon yang ditekan secara selektif yang disebut toleransi atau hiposensitisasi. Kegagalan untuk melakukan toleransi ini memicu produksi antibodi IgE berlebihan yang spesifik terhadap epitop yang terdapat pada alergen. Antibodi tersebut berikatan kuat dengan reseptor IgE pada sel basofil dan mastosit. Alergen juga berikatan dengan kekuatan lebih rendah pada makrofag, monosit, limfosit, eosinofil, dan trombosit.

Ketika alergen melewati mukosa, terikat dan bereaksi silang dengan antibodi tersebut, akan memicu IgE yang telah berikatan dengan mastosit. Selanjutnya mastosit melepaskan berbagai mediator kimia (histamine, prostaglandin, dan leukotrien) yang menyebabkan vasodilatasi, sekresi mukus, kontraksi otot polos, dan influks sel inflamasi lain sebagai bagian dari hipersensitivitas cepat. Mastosit yang teraktivasi juga mengeluarkan berbagai sitokin lain yang dapat menginduksi reaksi tipe lambat.

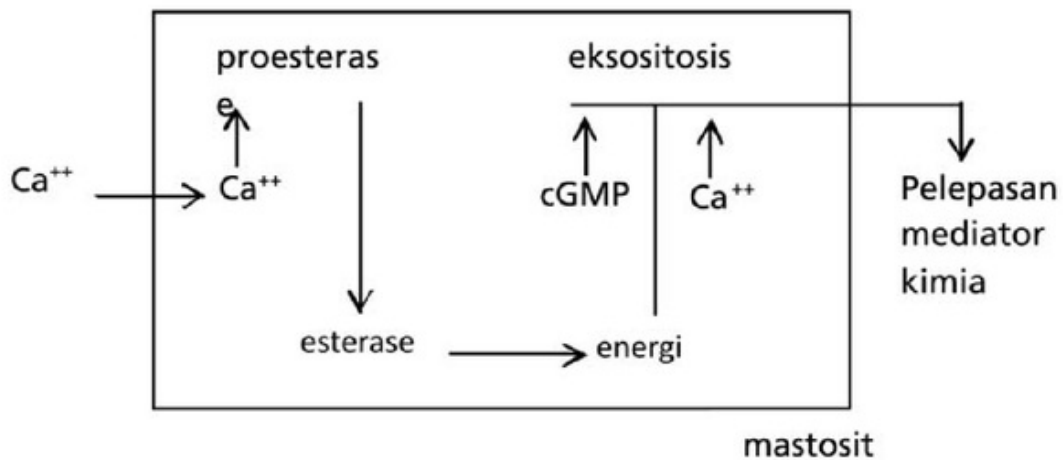


Gejala yang timbul pada hipersensitivitas tipe I disebabkan adanya substansi aktif (mediator) yang dihasilkan oleh sel mediator, yaitu sel basofil dan mastosit. Mediator itu dapat berupa:

1. Mediator jenis pertama, meliputi histamin dan faktor kemotaktik. Histamin menyebabkan bentol dan warna kemerahan pada kulit, perangsangan saraf sensorik, peningkatan permeabilitas kapiler, dan kontraksi otot polos. Faktor kemotaktik. Dibedakan menjadi ECF-A (*Eosinophil Chemotactic Factor of Anaphylaxis*) untuk sel-sel eosinofil dan NCF-A (*Neutrophil Chemotactic Factor of Anaphylaxis*) untuk sel-sel neutrofil.
2. Mediator jenis kedua dihasilkan melalui pelepasan asam arakidonik dari molekul-molekul fosfolipid membrannya. Asam arakidonik ialah substrat 2 macam enzim, yaitu sikloksigenase dan lipoksigenase. Aktivasi enzim sikloksigenase akan menghasilkan bahan-bahan prostaglandin dan tromboxan yang sebagian dapat menyebabkan reaksi radang dan mengubah tonus pembuluh darah. Aktivasi lipoksigenase diantaranya akan menghasilkan kelompok leukotrien. Leukotrien C, D, E sebelum dikenal ciri-cirinya dinamakan SRS-A (*Slow Reactive Substance of Anaphylaxis*) karena lambatnya pengaruh terhadap kontraksi otot polos dibandingkan dengan histamin.
3. Mediator jenis ketiga dilepaskan melalui degranulasi seperti jenis pertama, yang mencakup (1) heparin, (2) kemotripsin/trypsin (3) IF-A.

Langkah selanjutnya (lihat Gambar 8.1) pada peristiwa biokimia intrasel yang memerlukan Ca^{++} adalah langkah untuk mewujudkan eksositose dengan menggunakan penunjang cGMP dan cAMP sebagai penghambat.





Gambar 8.1 Skema reaksi biokimia intrasel di dalam Mastosit

Mediator kimia yang lepas (*amin vaso-aktif*) dari mastosit dan sel basofil adalah histamin dan SRS-A (*Slow Reacting Substance of Anaphylaxis*). *Amin vaso-aktif* tersebut yang terpenting adalah histamin. Histamin ditemukan pada granula di dalam mastosit dan sel basofil serta trombosit. Pada jaringan manusia, histamin terutama membangkitkan eritema dan angiodema sebagai akibat peningkatan permeabilitas pembuluh darah kapiler sehingga terjadi kerenggangan pada bagian endotel vaskuler. Histamin dapat pula menyebabkan peningkatan tekanan atau kontraksi pada otot saluran pernapasan.

Pada SRS-A, zat ini berperan pada pembangkitan reaksi tipe I, SRS-A adalah identik dengan *leukotrien-D*. zat ini dapat mengembangkan efek biologik yang kuat seperti: peningkatan permeabilitas vaskuler dan kejang otot polos. ECF-A terdapat dalam granula mastosit dan bekerjanya kemotaksis terhadap sel-sel eosinofil manusia. Pada histamin dan SRS-A tidak bekerja kemotaksis terhadap sel eosinofil.

C. Gambaran Manifestasi Klinik Alergi Sesak Napas Atopi

2

Baik orang normal maupun penderita sesak napas, bernapas dengan udara yang kualitas dan komposisinya sama. Udara pada umumnya mengandung 3 juta partikel/mm kubik. Partikel-partikel

itu dapat terdiri dari debu, kutu debu (tungau), bulu-bulu binatang, bakteri, jamur, virus, dll.

Oleh karena adanya rangsangan dari partikel-partikel tersebut secara terus menerus, maka timbul mekanisme rambut getar dari saluran napas yang bergetar hingga partikel tersebut terdorong keluar sampai ke arah kerongkongan yang seterusnya dikeluarkan dari dalam tubuh melalui reflek batuk. Perubahan akibat inflamasi pada penderita asma merupakan dasar kelainan faal. Kelainan patologi yang terjadi adalah obstruksi saluran napas, hiperesponsivitas saluran napas, kontraksi otot polos bronkus, hipere sekresi mukus, keterbatasan aliran udara yang ireversibel, eksaserbasi, dan sesak pada malam hari.

Pada penderita asma bronkial atau pernapasan atopi karena saluran napasnya sangat peka (hipersensitif) terhadap adanya partikel udara ini, sebelum sempat partikel tersebut dikeluarkan dari tubuh, maka jalan napas (bronkus) memberi reaksi yang sangat berlebihan (hiperreaktif). Sel-sel tertentu di dalam saluran udara (terutama *mastosit*) diduga bertanggungjawab terhadap awal mula terjadinya penyempitan ini. Mastosit di sepanjang bronki melepaskan bahan seperti *histamin* dan *leukotrien* yang menyebabkan terjadinya.

Otot polos yang menghubungkan cincin tulang rawan akan berkontraksi/memendek/mengkerut pada saat kontraksi isotonik. Perubahan fungsi kontraksi mungkin disebabkan oleh perubahan aparatus kontraksi.

Produksi kelenjar lendir yang berlebihan (Hipersekresi mukus). Hal ini karena terjadi hiperplasia kelenjar submukosa dan sel *goblet* pada saluran napas penderita asma. Penyumbatan saluran napas oleh mukus hampir selalu didapatkan pada asma yang fatal.

Perpindahan sel darah putih tertentu ke bronki

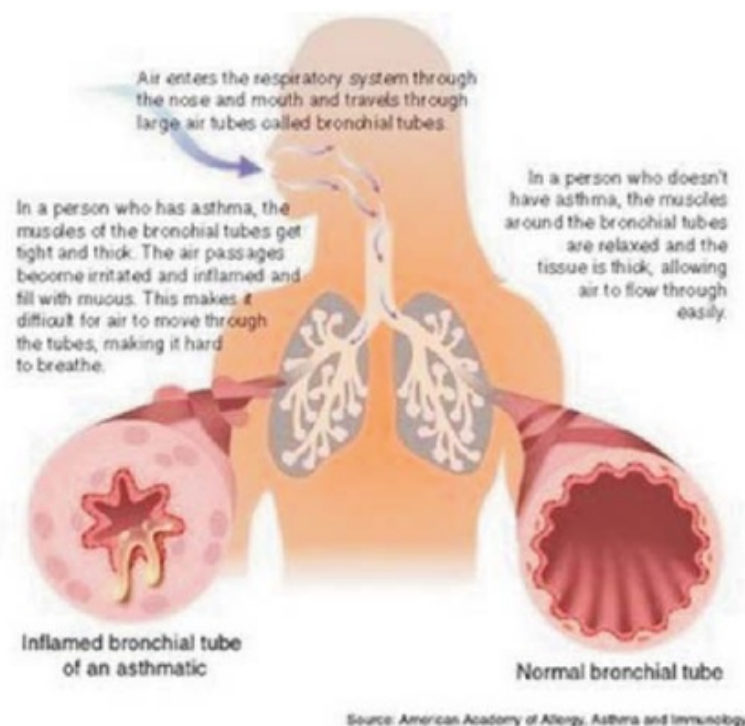
Bila ada infeksi, misal batuk pilek (biasanya selalu demikian) akan terjadi reaksi sembab/pembengkakan dalam saluran napas

Hasil akhir dari semua itu adalah penyempitan rongga saluran napas. Akibatnya menjadi sesak napas, batuk keras bila paru mulai



berusaha untuk membersihkan diri, keluar dahak yang kental bersama batuk, terdengar suara napas yang berbunyi yang timbul apabila udara dipaksakan melalui saluran napas yang sempit. Suara napas (mengi) tersebut dapat sampai terdengar keras terutama saat ekspirasi. Sel lainnya (*eosinofil*) yang ditemukan di dalam saluran napas penderita asma melepaskan bahan lainnya (juga *leukotrien*), yang juga menyebabkan penyempitan saluran udara (lihat gambar 8.2).

Serangan asma bronkial ini dapat berlangsung dari beberapa jam sampai sehari-hari dengan gejala klinik yang bervariasi dari yang ringan (merasa berat di dada, batuk-batuk) dan masih dapat bekerja ringan yang akhirnya dapat hilang sendiri tanpa diobati.



(sumber: Medicastore. ² <http://www.medicastore.com/neo_napacin/asma_bronkial.htm>)

Gambar 8.2 Perbandingan Anatomi Saluran Napas (Bronchial) antara Orang Normal dengan yang Mengalami Sesak Napas Atopi

² Gejala yang berat dapat berupa napas sangat sesak, otot-otot daerah dada berkontraksi sehingga sela-sela iganya menjadi

cekung, berkeringat banyak seperti orang yang bekerja keras, kesulitan berbicara karena tenaga hanya untuk berusaha bernapas, posisi duduk lebih melegakan napas daripada tidur meskipun dengan bantal yang tinggi, bila hal ini berlangsung lama maka akan timbul komplikasi yang serius. Masalah yang paling ditakutkan adalah bila proses pertukaran gas O_2 dan CO_2 pada alveolus terganggu suplainya untuk organ tubuh yang vital (terutama otak) yang sangat sensitif untuk hal ini, akibatnya adalah: muka menjadi pucat, telapak tangan dan kaki menjadi dingin, bibir dan jari kuku kebiruan, gelisah dan kesadaran menurun. Pada keadaan tersebut di atas merupakan tanda bahwa penderita sudah dalam keadaan bahaya/kritis dan harus secepatnya masuk rumah sakit/minta pertolongan dokter yang terdekat.

D. Diagnosis untuk Sesak Napas Atopi

Setiap sesak pernapasan atopi dipicu oleh suatu alergen tertentu, karena itu tujuan utama dari diagnosis adalah mengenali alergen. Alergen bisa berupa tumbuhan musim tertentu (misalnya serbuk rumput atau rumput liar) atau bahan atau biota tertentu (misalnya: tungau, bulu kucing, obat atau makanan). Jika bersentuhan dengan kulit atau masuk ke dalam mata, terhirup, termakan atau disuntikkan, alergen bisa menyebabkan reaksi alergi

Pemeriksaan bisa membantu menentukan apakah gejalanya berhubungan dengan alergi dan menentukan alergen penyebabnya. Pemeriksaan darah bisa menunjukkan banyak *eosinofil* (sejenis sel darah putih yang seringkali meningkat selama terjadinya reaksi alergi). Tes RAS (*radioallergosorbent*) dilakukan untuk mengukur kadar antibodi IgE dalam darah yang spesifik untuk alergen individual. Hal ini bisa membantu mendiagnosis reaksi alergi kulit, *rinitis alergika musiman* atau asma alergika.

Pemberian *Prick Test* atau tes kulit (Gambar 8.3) sangat bermanfaat untuk menentukan alergen penyebab terjadinya reaksi alergi. Larutan encer yang terbuat dari saripati pohon, rumput, rumput liar, serbuk tanaman, debu, bulu binatang, racun serangga, makanan dan beberapa jenis obat secara terpisah disuntikkan pada kulit dalam jumlah yang sangat kecil.





(sumber: Medicastore. <http://www.medicastore.com/neo_napacin/asma_bronkial.htm>)

Gambar 8.3 Seorang Dokter Sedang Melakukan Tes Kulit dengan Beberapa Alergen

4 Jika terdapat alergi terhadap satu atau beberapa bahan tersebut, maka pada tempat penyuntikkan akan terbentuk bentol (pembengkakan seperti kaligata yang sekelilingnya merah) dalam waktu 15 - 20 menit. Jika tes kulit tidak dapat dilakukan atau keamanannya diragukan, maka bisa digunakan tes RAS. Kedua tes ini sangat spesifik dan akurat, tetapi tes kulit biasanya sedikit lebih akurat dan lebih murah serta hasilnya bisa diperoleh dengan segera.

E. Permasalahan Etika dalam Diagnosis Penyakit Pernapasan Atopi

Dalam waktu terakhir ini sering dipakai alat diagnosis yang masih sangat kontroversial atau "*unproven diagnosis*". Terdapat berbagai pemeriksaan dan tes untuk mengetahui penyebab alergi dengan akurasi yang sangat bervariasi. Secara ilmiah pemeriksaan ini masih tidak terbukti baik sebagai alat diagnosis. Pada umumnya pemeriksaan tersebut mempunyai spesifitas dan sensitifitas yang sangat rendah.

7 Bahkan organisasi profesi alergi dunia seperti tidak merekomendasikan penggunaan alat tersebut. Yang menjadi



perhatian organisasi profesi tersebut bukan hanya karena masalah mahalny harga alat diagnostik tersebut tetapi ternyata juga sering menyesatkan penderita alergi yang justru sering memperberat permasalahan alergi yang ada.

Namun pemeriksaan ini masih banyak dipakai oleh praktisi kesehatan atau dokter. Di bidang kedokteran pemeriksaan tersebut belum terbukti secara klinis sebagai alat diagnosis karena sensitivitas dan kekhususan tidak terlalu baik. Beberapa pemeriksaan diagnosis yang kontroversial tersebut adalah *Applied Kinesiology*, *VEGA Testing (Electrodermal Test/Bioresonansi)*, *Hair Analysis Testing in Allergy*, *Auriculo-cardiac reflex*, *Provocation-Neutralisation Tests*, *Nampudripad's Allergy Elimination Technique (NAET)*, *Beware of anecdotal and unsubstantiated allergy tests*.

Di Indonesia, untuk mendiagnosis adanya sesak napas atopi banyak menggunakan tes kulit. Penggunaan tes kulit selama ini dianggap cara paling efektif, namun cara ini menyakiti penderita sesak napas yang belum diketahui sensitivasnya pada suatu alergen. Mereka harus menjalani tes kulit dengan berbagai alergen, di Rumah Sakit Dr. Sutomo Surabaya misalnya, lengan penderita harus ditusuk dengan jarum untuk melakukan uji sensitivitas dengan 30 alergen.

Etika medik yang perlu ditanyakan saat ini adalah melukai dan bekas lukanya menyebabkan trauma pada penderita. Oleh sebab itu beberapa orang dokter di Rumah Sakit Dr. Sutomo Surabaya memberikan solusi etis bagi penderita sesak napas atau asma *bronkhiale* untuk langsung didiagnosis sebagai kejadian atopi.







DAFTAR PUSTAKA

- Baratawidjaja, K.G. & Rengganis, I. 2009. *Mengenal Alergi*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Baratawidjaja, K.G. 2006. *Imunologi Dasar Edisi Ke Tujuh*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Baskoro, A., Soegiarto, G., Effendi, C., Konthen, P.G. 2007. Urtikaria dan Angiodema dalam Sudoyo, Aru W. Setiyohadi, Bambang. Alwi, Idrus. Simadibrata K, Marcellus. Setiati, Siti. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid I Edisi IV*. Jakarta: Pusat Penerbitan Departemen Ilmu Penyakit Dalam FKUI.
- Brooks, G.F., Butel, J.S., Morse, S.A. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 21*. Jakarta: Salemba Medika.
- Borrer, J., Donald D.M., Dwight. 1989. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi Keenam. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bronswijk, E.M.H.J. 1981. *Houst Dust Biology*. Netherlands: NIB Publishers P.O.Box 144.

- 7
Carter, E.R., Pulos, E., Delaney, J. 2000. Allergy history does not predict skin test reactivity in asthmatic children. *Journal Asthma*. 2 37.
- Chang, J.W, Lin C.Y, Chen W.L., Chen, C.T. 2006. Higher Incidence of *Dermatophagoides pteronissinus* Allergy in Children of Taipei City than in Children of Rural Areas. *Journal Microbiology, Immunology, Infection*, 39 (1): 1 – 12.
- Csiro. Insects and Their Allies. (online). <<http://caterpillar.ento.csiro.au/education/insects/siphonaptera.html>>, diakses: 20 Pebruari 2012.
- Dream of Arcadia. The Amoeba Complex. (online). <http://www.dreams-of-arcadia.com/tweetplays/the-amoeba-complex/>, diakses: 12 Pebruari 2012.
- Entomologi and Plant Pathology. Cat Flea, *Ctenocephalides felis* Human Flea, *Pulex irritans*. (online). <<http://entopl.okstate.edu/ddd/insects/fleas.htm>>, diakses 20 April 2012.
- Forestry Images. (online) <<http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1236174>>, diakses: 20 Pebruari 2012.
- Jawetz, E. 1991. *Mikrobiologi untuk Profesi Kedokteran*. Alih bahasa: A.Tonang. Jakarta: EGC.
- 1
Kresno, S.B. 2001. *Imunologi: Diagnosis dan Prosedur Laboratorium*. Jakarta: FKUI.
- Mat-Su College. (online). <http://matsu.alaska.edu/offices/science-labs-2/biology-slides/>, diakses: 20 Pebruari 2012.
- Micrographia Home. (online). <<http://t1.gstatic.com/images?q=ANd9GcTKcweWn5KycD6i-buupu1AoNJRsfOUpycvDgx3-CDZFBPPHLFIhw>>, diakses 12 Pebruari 2012.
- Medicastore. Asma Bronkial. (online) <http://www.medicastore.com/neo_napacin/asma_bronkial.htm>, diakses: 15 April 2009.
- Multiply. Kutu Debu. (online) <http://ovan66.multiply.com/journal?&show_interstitial=1&u=%2Fjournal>, diakses: 12 Pebruari 2012.
- National Barkfly Recording Scheme (Britain and Ireland). *Liposcelis bostrychophila* Baddonnel. (online). <<http://www.brc.ac.uk/schemes/barkfly/account.aspx?SpeciesID=30>>, diakses: 12 April 2012.



- Noble, R.E., Noble A.G. (1989). *Parasitologi (Biology: Parasit Hewan)*. Alih bahasa oleh Wardiarto. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Radioyabis. (online). <[http://radioyabis.com/weeklyprogram/nakita/cara-menangani -anak-yang-terkena-cacar-air-agar-tidak-menular](http://radioyabis.com/weeklyprogram/nakita/cara-menangani--anak-yang-terkena-cacar-air-agar-tidak-menular)>. diakses: 12 Maret 2012.
- Rapid Fitness. How To Combat Your Pollen Allergies. (online) <<http://blog.rapidfitness.com/bid/46026/How-To-Combat-Your-Pollen-Allergies>>, diakses: 6 Pebruari 2012.
- Rofieq, A. 1994. Penelitian Pendahuluan Faktor-faktor Penentu Berat Debu dan Jumlah Tungau *Dermatophagoides* pada Karpet Tempat Ibadah di Kodya Malang. *Laporan Penelitian DPP*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Rofieq, A. 1997. Pengaruh Faktor Lingkungan Debu dalam Rumah terhadap Populasi Tungau *Dermatophagoides* dan Hubungannya dengan Hasil Tes Kepekaan Kulit pada Penderita Alergi Jalan Napas. *Laporan Penelitian Thesis*. Surabaya: Universitas Airlangga Surabaya.
- Rofieq, A. 2000. Studi Perilaku Pengelolaan Tempat Tinggal Berdasarkan Komposisi Alergen Inhalan dalam Debu Rumah pada Masyarakat Perkotaan Jawa Timur. *Laporan Penelitian Dasar DP3M Dikti Depdiknas*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Rofieq, A. 2001. *Debu Rumah Kita*. Malang: Penerbit IKIP Malang.
- Rofieq, A. 2005. Pengaruh Faktor Lingkungan Debu dalam Rumah terhadap Populasi Tungau *Dermatophagoides* dan Hubungannya dengan Hasil Tes Kepekaan Kulit pada Penderita Alergi Jalan Napas. *Saintika Medika*. 2 (2): 1–15.
- Rofieq, A., Chamisijatin, L., Sukarsono, Waluyo, L. 2006. Pengembangan Model Pengelolaan Tempat Tinggal Berdasarkan Sumber Alergen Inhalan dalam Debu Rumah Penduduk Perkotaan Jawa Timur. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing XII/2 DP3M Dikti Depdiknas*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Rofieq, A. 2010. Correlation Between the Amount of *Dermatophagoides* Mite, Dust Weight, Type Fungi, and Amount of Pollen and Content of House Dust Allergent in Urban Area (a Preliminary Study).

Makalah disajikan dalam "International Biotechnology Seminar & 5th KBI Congress", di Universitas Muhammadiyah Malang, 27 – 30 Juli 2010.

Roitt, M.I. 2000. Pokok-pokok Ilmu Kekebalan. Alih Bahasa oleh Gerald Bonang. Jakarta: Gramedia.

Science Photo Library. (online). <<http://www.sciencephoto.com/media/12288/enlarge>>, diakses: 12 Pebruari 2012.

Soedarto. 1992. *Atlas Entomologi Kedokteran*. Jakarta: EGC.

Sommario. (online) http://www.lucianabartolini.net/pagina_ordine_tisanuri.htm, diakses: 20 April 2012.

Tanjung, A. dan Yuniastuti, E. 2007. *Prosedur Diagnostik Penyakit Alergi dalam Sudoyo, Aru W. Setiyohadi, Bambang. Alwi, Idrus. Simadibrata K, Marcellus. Setiati, Siti. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid I Edisi IV*. Jakarta: Pusat Penerbitan Departemen Ilmu Penyakit Dalam FKUI.

The Islamic Radio Station. (online). <<http://radioyabis.com/weeklyprogram/nakita/cara-menangani-anak-yang-terkena-cacar-air-agar-tidak-menular>>. Diakses: 6 Pebruari 2012.

Treath With The Whole-Hearted. Scin: Scabies 10 conclusion. (online) http://doctorcayoo.blogspot.com/2009_08_01_archive.html, diakses: 12 Pebruari 2012).

Trumen State University. Micro Fungi Research. (online). <<http://microfungi.truman.edu/showGallery.php?div=Anamorphic&gen=Penicillium&spec=sp&id=1566>>, diakses: 12 Pebruari 2012.

UtahState University Cooperative Extension. Top 20 Arachnids. (online) <http://utahpests.usu.edu/uppd/htm/top-20-arachnids>, diakses: 12 April 2012.

Voorhorst, R., Spieksman F.T., Vorekamp H. 1969. *Houst Dust and the Houst Dust Mite*. Leiden: Stafleu's Scientific Publishing.

Wahab, A.S. Julia, M. 2002. *Sistem Imun, Imunisasi, & Penyakit Imun*. Jakarta: Widya Medika.



INDEKS

A

abiotik, 5, 12, 16, 20, 43, 44, 45, 46, 49, 67

Acaridae, 45, 46, 47

Alergen, 1, 2, 8, 54, 58, 59, 60, 61, 67, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 81, 84, 89, 90, 95

alergi, 10, 54, 55, 58, 59, 63, 72, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 89, 90, 91

alga, 11, 23, 24, 25, 32, 36, 51, 55

aluminium, 17

alveolus, 89

Amoeba, 25, 26, 27, 94

Anabaena, 24

anafilaksis, 83, 84

Androlaelaps, 45, 47

Anemia, 57

angiodema, 86

antibiotik, 53

antibodi, 79, 81, 82, 83, 84, 89

antigen, 59, 82, 83, 84

antiseptik, 29

Antomophilous, 19

Araneae, 37

Arthropoda, 7, 8, 11, 12, 23, 32, 33, 40, 41, 45, 50, 51, 55, 56, 58

asam amino, 20

Asam arakidonik, 85

asam indolasetat, 20

Aspergillus, 28, 29, 30, 43, 44, 45, 46, 53, 54, 58

aspochracein, 53

Atopi, 8, 79, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91

autotrof, 23, 51

B

Bacillus subtilis, 27

besi, 17

biotik, 5, 7, 12, 16, 20, 23, 26, 43, 44, 45, 49, 58, 59, 67, 68, 69, 71

Blata orientalis, 34

Blattela oriervtalis, 34

C

Caecalis manteri, 35
caplak, 12, 32, 40, 41, 50, 55, 56
Cheiridium mueorum, 40
Chelifer cancroides, 40
Cheyletus, 45, 47, 58
Chlamydomonas, 24
Chlorella, 24
Chlorococcum, 24
Cimex hemipterus, 36
Cimex lectularius, 36
Ciniflo similis, 37
citrinin, 53
Clostridium perfringens, 27
Clostridium perfringeris, 52
Ctenocephalides felis, 34, 94

D

Demodex, 41, 57, 58
Dermatitis, 57, 58
Dermatophagoides, 8, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 58, 59, 60, 63, 64, 67, 79, 94, 95
desinfektan, 28
destructin B, 53
Diaspora, 8, 51, 54

E

eksim, 82
eksoskelat, 32
Endospora, 25
Entamoeba histolytica, 51
eosinofil, 84, 85, 86, 88, 89
eretema, 86
Europglypus, 45

G

giberilin, 20
Glycypagidae, 45
Glycyphagus, 40, 41, 46
gula reduksi, 74, 77

H

Hemiptera, 36
hipersensitivitas, 82, 83, 84, 85
histamin, 85, 86, 87

I

impermeabel, 28
imun, 81, 82, 83, 84
inflamasi, 83, 84, 87
inhalan, 5, 54, 55, 58, 61, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 75, 76, 81
insectisidal, 53

J

Jamur, 7, 8, 12, 28, 29, 30, 31, 43, 44, 53

K

kain wool, 14, 49
Kalajengking, 39, 40, 56
kalsium, 17
karbohidrat, 11, 16, 17, 18, 20, 43, 44, 46
karbondioksida, 23
karsinogenik, 54
kecoak, 18, 33, 34, 41, 45, 55
kemotripsin/tripsin, 85
Kista, 25, 51, 52
kloroplas, 23
kosmopolit, 27, 35
kutu buku, 32, 35, 40, 58, 59



L

Laba-laba, 37, 38, 55
lemak, 11, 16, 17, 18, 20, 43, 44, 46, 74, 77
Lepisma, 12, 32, 33, 59
leukotrien, 84, 86, 87, 88
limfosit, 84
lipas, 32, 45, 50, 55, 58, 59
Liposcelis bostrychophilus, 35, 36
Liposcelis divinatorius, 35, 36
Loxosceles, 37, 38, 55
Loxosceles rufescens, 37
Loxoscelidae, 37

M

makrofag, 83, 84
mastosit, 84, 85, 86, 87
metabolisme, 17, 18
mikotoksin, 53, 54, 55, 58
monosit, 84
mycotoxin, 45, 53

N

natrium, 17
nephrotoksin, 53
neurotoksik, 55

O

ochratoxin, 53
Oscillatoria, 24

P

patogen, 27, 51, 52
Pediculus humanus, 36
Penicillium, 28, 29, 30, 96
Periplaneta americana, 34
Phthiraptera, 36

Phthirus pubis, 36

pinjal, 32, 34, 35, 37, 45, 50, 55
pneumonia, 53
protein, 11, 16, 17, 18, 20, 43, 44, 46, 51, 54, 74, 77, 84

Protozoa, 7, 12, 23, 25, 51

pseudopodia, 26

Psocoptera, 35, 36

Psyllipsocus ramburii, 35

Pulex irritans, 34, 94

R

Rhizopus, 31

S

Salmonella typhi, 27, 52
saprofit, 31
Sarcoptes, 57
sel goblet, 87
selulosa, 20, 49, 50
serabut sintetik, 14, 49
Serbuk sari, 12, 19, 20
sesak napas, 10, 67, 79, 81, 82, 83, 86, 87, 91
silikon, 17
Siphonoptera, 34
sitotoksik, 83
Solifugae, 39, 40
spora, 25, 27, 28, 51
sporopollenin, 20
squama, 14, 15, 16, 43, 44, 45, 49, 74, 77
Staphylococcus aureus, 27
Staphylococcus epidermis, 27, 52
substrat, 50, 85

sulfur, 17

T

Thermobia, 32, 33

trombosit, 84, 86

tumbuh-kembang, 16, 20, 24, 25, 27, 41, 63, 65, 74, 77

tungau, 11, 12, 18, 32, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 72, 74, 76, 77, 79, 80, 81, 87, 89

W

Wallemia, 28, 29, 31, 46





GLOSARIUM

- Anemia : Berkurangnya kadar sel darah merah yang mengandung haemoglobin sehingga menyebabkan suatu Kondisi dimana terjadi gangguan proses penyebaran oksigen ke seluruh tubuh
- Antibiotik : Suatu zat biokimia yang dihasilkan atau diproduksi oleh mikroorganisme itu sendiri yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain.
- Antibodi : Protein yang dapat ditemukan pada plasma darah dan digunakan oleh sistem kekebalan tubuh untuk mengidentifikasi dan menetralkan benda asing seperti bakteri dan virus
- Antiseptik : Sediaan yang digunakan pada jaringan hidup berupa suatu bahan kimia yang digunakan untuk membunuh dan mencegah pertumbuhan suatu mikroorganisme.
- Autotrof : Organisme yang dapat memproduksi makanannya sendiri melalui proses fotosintesis dengan bahan dasar karbon dioksida dan senyawa nitrogen anorganik sederhana serta bantuan energi cahaya matahari maupun energi kimia
- Desinfektan : Bahan kimia yang digunakan untuk mencegah infeksi, pencemaran bakteri atau virus, membunuh mikroorganisme dapat juga digunakan untuk menurunkan jumlah kuman penyebab penyakit.

- Endospora** : Suatu fase dimana spora terbentuk di dalam sel bakteri sebagai upaya pertahanan hidup pada kondisi atau keadaan lingkungan yang berubah atau tidak menguntungkan
- Giberilin** : Suatu hormon yang berperan dalam proses pembentukan buah dan biji yang menyebabkan suatu tanaman dapat mengalami proses pertumbuhan dan perkembangan
- Inflamasi** : Suatu bentuk respon pertahanan dan perlindungan tubuh yang terjadi akibat kehadiran benda atau mikroorganisme asing yang menyerang sistem kekebalan tubuh
- Karsinogenik**: Zat penyebab pertumbuhan sel tak terkendali, sehingga sel darah normal dapat berubah menjadi sel kanker.
- Kista** : Kantung berisi cairan, udara, atau bahan lainnya yang abnormal dan menempel pada organ terdekat dan merupakan tumor jinak.
- Kloroplas** : Organisme yang dapat memproduksi makanannya sendiri melalui proses fotosintesis dengan bahan dasar karbon dioksida dan senyawa nitrogen anorganik sederhana serta bantuan energi cahaya matahari maupun energi kimia
- Limfosit** : Merupakan salah satu jenis sel darah putih yang juga berperan dalam sistem kekebalan tubuh dimana limfosit ini terdiri dari dua jenis, yakni limfosit T dan B.
- Makrofag** : Jenis sel darah putih yang membersihkan tubuh dari partikel mikroskopis yang tidak diinginkan seperti bakteri dan sel-sel mati.
- Metabolisme** : Proses kimiawi pertukaran zat ataupun suatu organisme dengan lingkungan yang terjadi di dalam tubuh.
- Mikotoksin** : Suatu Metabolit Sekunder yang ditemukan pada masa pertumbuhan suatu jenis kapang tertentu.
- Patogen** : Agen biologis yang menyebabkan penyakit pada inangnya dan mengacaukan fisiologi normal hewan atau tumbuhan multiseluler.



- Pneumonia : Infeksi pada paru - paru yang menyebabkan peradangan sehingga kantong udara yang terdapat pada ujung saluran pernapasan akan mengalami pembengkakan dan berisi penuh cairan
- Saprophyte : Organisme yang kehidupannya menumpang pada organisme lain tanpa mengganggu kehidupan organisme yang ditumpanginya (inang) dikarenakan sumber energi didapatkan dari memanfaatkan zat sisa metabolisme inang dan bahan organik dari makhluk hidup lain yang telah mati
- Substrate : Komponen biotik dan abiotik yang berperan sebagai tempat mencari makan, berlindung, maupun tempat hidup bagi organisme tertentu.





Pengelolaan Debu Rumah

ORIGINALITY REPORT

10%	9%	0%	4%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	amrilbillahmar.blogspot.com	3%
	Internet Source	
2	sehatyuuks.blogspot.com	2%
	Internet Source	
3	Submitted to iGroup	2%
	Student Paper	
4	imunitas-medis.blogspot.com	1%
	Internet Source	
5	baihaqiahmad22.wordpress.com	1%
	Internet Source	
6	karya-ilmiah.um.ac.id	1%
	Internet Source	
7	dokteranakonline.com	1%
	Internet Source	
8	vdocuments.site	1%
	Internet Source	

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 1%
Exclude bibliography	On		